DIE NATURWISSENSCHAFTEN

17. Jahrgang — 22. Februar 1929 — Heft 8

# Die Variationen als Objekt marin-biogeographischer Forschung.

Von HJALMAR BROCH, Oslo (Norwegen).

Schon lange hat man erkannt, daß die Individuen einer „Art" einander nicht ganz gleich sind, daß die Art „variiert". Diese Beobachtung hat bei LINNE und seinen Anhängern darin Ausdruck gefunden, daß bei einigen Arten solche Exemplare, die von dem „Typus" stärker divergierten, als „Varietäten" abgetrennt und benannt wurden. Das Phänomen der Variabilität selbst war damit freilich noch nicht scharf erfaßt; daß in dem Variieren an und für sich ein Problem steckt, ist erst viel später klar geworden.

Erst in den mehr als $^3/_4$ Jahrhunderte nach LINNÉ beginnenden deszendenztheoretischen Erwägungen spielt die Variation des Individuums eine besonders grundlegende Rolle; in dieser Zeit erscheint sie als Angriffspunkt der verschiedensten auswählenden Kräfte, die die Stammesentwickelung regeln sollen. Erst seit dem Einsetzen der modernen Untersuchungen über Erblichkeit wird dem individuellen Variieren wie der gesamten Variabilität ein systematisches Studium gewidmet.

Man hat einen tiefgreifenden Unterschied zwischen einer fluktuierenden und einer sprungweisen Variation zu finden gemeint, und betreibt in den heutigen experimentellen Erblichkeitsuntersuchungen ganz überwiegend das Studium der sprungweisen Variation (Mutation), während die Untersuchung der fluktuierenden Variation sehr stark in den Hintergrund gestellt wird. Es rührt dies wesentlich daher, daß man die fluktuierende Variation als ein meist zufälliges phänotypisches Phänomen betrachtet. Wieweit diese Anschauung Stich hält, oder wieweit die fluktuierende Variation unter gewissen, noch unbekannten Bedingungen auch mit genotypischen Änderungen verknüpft sein kann, muß vorläufig dahingestellt bleiben. Die Frage ist gewissermaßen eine Streitfrage und verdient, auch aus rein erblichkeitstheoretischen Gründen genauer untersucht zu werden.

Die Aufmerksamkeit der „Systematiker" (Klassifikatoren) ist mehrmals auf die Variationen gerichtet worden und hat zur Aufstellung einer Reihe von Unterabstufungen der „Art" geführt, (wie „Unterart", „Varietät", „Aberation" usw.), sehr oft jedoch, ohne daß die Autoren damit tiefere Gedankengänge verknüpft hätten. Und doch zeigt das Studium umfangreicheren Materials aus verschiedenen Meeresgegenden in sehr vielen Fällen, daß offensichtlich Korrelationen zwischen Variation und Vorkommen auf der Erde bestehen.

*Es ist eine dringliche Hauptaufgabe der biogeographischen Forschung, die Relationen zwischen Variation und Milieu im Freien aufzuspüren und ihnen experimentell nachzugehen.* Bei marinen Tieren liegen die Verhältnisse oft derart klar auf der Hand, daß man begründete Hoffnung hegen kann, auf empirischem Wege schnell arbeitstheoretisch verwertbare Grundlagen zu erhalten, die bei experimentellen Studien im Aquarium über die Beziehungen zwischen Milieu und Variation leicht verwertet werden können. Es ist das um so wahrscheinlicher, als man die auf das Milieu wirkenden Faktoren im Meere manchmal besser als auf dem Lande überblicken und analysieren kann. Der Einfluß solcher, die Verteilung des Lebendigen im Meere regelnder „Hauptfaktoren" (wie Temperatur, Salzgehalt, Facies usw.) ließen sich zweifellos durch Untersuchungen im Aquarium an technisch gut ausgestatteten, modernen Meeresstationen gut studieren und könnten somit die vordem empirisch gewonnenen Resultate fest untermauern.

Es ist ein großes Verdienst von FR. HEINCKE, daß er mit der Einführung der biometrischen Methodik neue Arbeitsrichtungen in der Fischerei angebahnt hat. In seinen grundlegenden Studien zur Naturgeschichte des Herings[1] konnte er auf Grund biometrischer Untersuchungen zeigen, daß die verschiedenen nordeuropäischen Meeresabschnitte von wohl unterscheidbaren Heringsscharen bevölkert werden, die er als „Rassen" bezeichnete, indem er annahm, daß ihre biometrisch nachweisbaren Merkmale erblich seien. In der Tat geben uns die Merkmale dieser „Rassen" besonders schöne Beispiele von Kurven fluktuierender Variationen, und zwar sind die mittleren Werte derselben bei verschiedenen „Rassen" durch so kleine Zwischenräume voneinander getrennt und die gemeinsamen Variationsgebiete so weitläufig, daß eine zweizipfelige Kurve nur in ganz extremen Ausnahmefällen bei graphischen Darstellungen nachgewiesen werden kann. Immerhin aber hat es sich herausgestellt, daß nach ausgedehnten biometrischen Studien es einigermaßen möglich ist, die Herings-„Rassen" auch während ihrer Wanderungen auseinanderzuhalten.

Für die auf praktische Ziele ausgehenden Fischereibiologen sind die HEINCKEschen Methoden viel zu anspruchsvoll und zeitraubend; die Fischereitechniker haben daher einen kürzeren Weg gesucht, und sie haben durch Alters- und Wachstumsbestimmungen eine ganze Reihe von Jahren hindurch in den nordeuropäischen Gruppen eine Hauptrolle gespielt; dabei wurde freilich zugunsten

[1] FR. HEINCKE, Naturgeschichte des Herings. I. — Die Lokalformen und die Wanderungen des Herings in europäischen Meeren. Abh. d. dtsch. Seefischerei-Ver. (Berl.) 2 (1898).

des praktischen Fischereibetriebes die weitere Eruierung der wissenschaftlich wertvollen Rassenprobleme lange gänzlich zur Seite gestellt.

Die dänischen Forscher hatten inzwischen jedoch eingesehen, daß es unumgänglich notwendig sei, die mit den HEINCKEschen Studien verknüpften mühsamen Untersuchungen fortzusetzen, wenn man in das Verständnis der Natur des Herings weiter eindringen wollte. So wertvoll die reinen Alters- und Wachstumsstudien und die mit ihnen eng verknüpften Bevölkerungsprobleme auch für den praktischen Fischereibetrieb sein mögen, so stellen sie doch nur eine kürzere Phase in der Entwicklung der wissenschaftlichen Forschung dar. Es müssen die alten Arbeitslinien auf der jetzigen breiteren Basis intensiver weiter verfolgt werden. A. C. JOHANSEN hat diesen mühsamen, jedoch wissenschaftlich sehr verdienstvollen Weg betreten und hat damit für unser Verständnis der Naturgeschichte des Herings ganz hervorragende Resultate gezeitigt, auf die wir jedoch hier nicht näher eingehen dürfen.

Eine Seite der von ihm bearbeiteten Probleme ist aber für uns hier von besonderem Interesse, insofern sie die Unzulänglichkeit der empirischen Untersuchungen aufdeckt. Die Frage ist die: sind die „Heringsrassen" erblich (genotypisch) bestimmt — oder stellen sie durch äußere Faktoren bedingte (phänotypische) Variantengruppen dar?

Schon die divergenten Auffassungen verschiedener Untersucher in Hinsicht auf Umfang und Abgrenzung der verschiedenen „Rassen" sprechen gegen die Annahme, daß die „Rassen" des Herings genotypisch bestimmt seien. Betrachten wir dann Merkmale, wie die Zahl der Wirbel, so stoßen wir bei Hering und Aalmutter (ZOARCES) auf die sehr interessante Parallelerscheinung, daß die Wirbelzahl in Küstengewässern wie in dem Inneren der Fjorde — d. h. immer „brackischer werdendem Wasser — kleiner wird. Auch die Variation der Flossenstrahlen- und Schuppen-Zahlen zeigt eine merkwürdig parallele Verschiebungstendenz bei den verschiedenen untersuchten Arten, wenn man in der Natur von den ozeanischen nach den brackischen Gewässern zu fortschreiten. A. C. JOHANSEN hat in einer vor kurzem erschienenen Arbeit[1] diese Phänomene beiläufig erwähnt und daneben auseinanderzusetzen versucht, daß trotz alledem hier tatsächlich erbliche Rassenmerkmale vorliegen. Als Beweis hierfür zieht er u. a. heran, „that the average number of vertebrae in the dominating herring races of the Norwegian Sea, the North East Atlantic, the North Sea and the Baltic approximates to a whole number or a half (n or n + 0,5)". Diese überraschende Tatsache scheint eine Parallele dazu darzustellen, daß der Gipfel einer annähernd symmetrischen Variationskurve (einer idealen Kurve), wenn man mit absoluten Zahlenwerten operiert, entweder mit einer Zahlenklasse (n) oder mit dem Mittelpunkt zwischen zwei benachbarten Zahlenklassen (n + 0,5) normal zusammenfällt.

[1] On the Summer- and Autumn-Spawning Herrings of the North Sea. Medd. fra Kommissionen for Havundersözelser. Serie: Fisheri, 7. Köbenhavn 1924.

Überhaupt muß man leider gestehen, daß die obengestellte Frage nach der Erblichkeit der Rassenmerkmale beim Hering nach den musterhaften empirischen biogeographisch-biometrischen Studien A. C. JOHANSENS noch ebenso offen bleibt, wie sie vorher war. Auch die von JOHANSEN (l. c.) herangezogenen SCHMIDTschen Untersuchungen über ZOARCES, LEBISTES und SALMO TRUTTA haben uns bis jetzt keine entscheidenden Daten über Erblichkeit der Rassenmerkmale geben können. So viel erhellt jedoch aus den letztgenannten Untersuchungen, daß eine Zerlegung des Komplexes der Ursachen in einzelne, gesondert zu studierende Faktoren außerordentlich schwierig fallen kann, und daß die Resultate der Studien in den Aquarien oft nicht den arbeitstheoretischen empirischen Schlußfolgerungen entsprechen, sondern mitunter beweisen, daß auch unbekannte „kleine" Faktoren mit in dem Spiele sind. Möglicherweise ließen sich solche Probleme bei niedrigeren und einfacher gebauten Organismen leichter behandeln.

Die empirischen biometrisch-biogeographischen Resultate der bisherigen Heringsuntersuchungen liefern zweifellos eine vorzügliche Grundlage zu interessanten theoretischen Diskussionen. Man kann sich streiten, ob die Untersuchung erbliche Rassenmerkmale betrifft, oder ob man lediglich biogeographisch (biophysikalisch) bedingte Variationen untersucht hat. Objektiv beurteilt, kann man ebensogut das eine wie das andere „beweisen", alles bleibt eine Arbeitstheorie. Das ständige Vorkommen einer „Rasse" unter den gleichen biophysikalischen Bedingungen (resp. an einem bestimmten, wenn auch zeitlich veränderlichen Lebensbezirk) kann durch Erblichkeit der Merkmale einer stationären Bevölkerung bedingt sein, — ebensowohl aber auch dadurch, daß die dem Bezirke eigenen biophysikalischen Faktoren die herangetriebenen wie die eingeborenen kleinen Larven mit ihrem besonderen „Stempel" versehen haben.

Systematisch-faunistische Studien über Meeresorganismen haben bereits in mehreren Fällen gezeigt, daß einige Gebiete von „Arten" (oder besser: Individuengruppen) bewohnt werden, die von „Arten" benachbarter, doch biophysikalisch sich anders verhaltender Gebiete lediglich durch quantitative Unterschiede auseinanderhalten lassen und die mit diesen durch mehr oder weniger häufig auftretende „Zwischenformen" verbunden sind. In der Tat stehen wir hier fluktuierenden Variationen gegenüber, die, graphisch behandelt, zweizipfelige Kurven geben, und diese Zweizipfeligkeit ist irgendwie mit biogeographischen Milieufaktoren verknüpft. Zum näheren Verständnis einiger der sich hieran knüpfenden Probleme mögen Beispiele dienen, die zugleich die Bedeutung ausge-

dehnter, systematisch durchgeführter Untersuchungen der Erscheinungen klarlegen werden.

Untersuchungen der Fauna im Nordmeere und dem nördlichen atlantischen Ozean haben gezeigt, daß der WYWILLE-THOMSON-Rücken die Grenze zwischen zwei verschiedenen Tiefsee-Faunen bildet, die unter sich sehr verschieden sind. Andererseits lassen sich jedoch oft auch zwischen Arten beider Faunengebiete unzweideutige Verwandtschaftsbeziehungen (durch die Morphologie) nachweisen, und mehrmals findet man, daß sich „Arten" beider Bezirke sozusagen lediglich durch quantitative Merkmale unterscheiden. AD. APPELLÖF[1] trifft zweifellos das Richtige, wenn er sagt: „The many closely allied species in both areas point to a common origin. Most probably the fauna was at one time homogeneous in both areas, and the bottom water of the Norwegian Sea had the same temperature as we find in the Atlantic nowadays. When physical conditions changed in the Norwegian Sea, either owing to the formation of the submarine ridges or from other causes, the fauna responded in two ways. Some of the warm water forms, including a number of present Atlantic forms, died out, while others were able to adapt themselves to the altered physical conditions and survived. Their adaptation, however, led to morphological alterations in the species, and in some cases these alterations were considerable enough to produce distinct species differing from the primitive Atlantic forms." Wir stehen hier somit in vielen Fällen ersichtlich vielmehr Variantengruppen gegenüber, die durch biophysikalisch unterschiedene Lebensverhältnisse hervorgerufen sind, wiewohl sie in der Literatur meist als gesonderte Arten erwähnt werden. APPELLÖF (l. c.) nennt mehrere Beispiele solcher „Arten"; es gehören hierher die Seesterne *Bathybiaster robustus* (atlantisch) und *Bathybiaster vexillifer* (Nordmeer) und die Seefedern *Umbellula lindahli* (atlantisch) und *Umbellula encrinus* (Nordmeer). „A form in the Norwegian Sea deep basin, *Colossendeis angusta*, is said to occur also in the Northern Atlantic, but if we compare Atlantic and Norwegian Sea specimens we immediately recognise considerable differences in their structure, the latter being much more robust and furnished with shorter legs and claws. Any one seeing the two forms side by side would be able to tell the respective areas from which they came, though it may be difficult to find sufficient dissimilarities to designate them separate species." In anderen Fällen würdigt man die verschiedenen Formen schon nicht mehr als besondere Arten, sondern „another starfish, *Pontaster tenuispinus*, is represented by different varieties in the two areas, and the same is true of the ophiurid *Ophiocten sericeum*".

NORDGÅRD[2] ist auch auf das Phänomen gestoßen und sagt: „I have come to the conclusion that there is a dualism in the species. To a southern form there is often a nearly related northern, to a tertiary species there may be commonly found a quaternary pendant. Such dualistically occurring forms may be called a *pair of species*".

Das Studium zweier benachbarter, doch voneinander ziemlich scharf getrennter Faunengebiete hat uns somit gezeigt, daß ein genetischer Zusammenhang mehrerer ihrer Arten oder Variantengruppen („Varietäten") besteht, und es läßt sich annehmen, daß diese Arten durch den Einfluß äußerer Faktoren so geprägt worden sind. Um so gebotener ist es daher, ausgedehntere Untersuchungen der fluktuierenden Variationen unter biogeographischem Gesichtswinkel anzustellen.

Es entsteht die Frage, ob man solche Beispiele lediglich in den uns weniger zugänglichen Tiefen des Meeres findet, oder ob sie auch unter den seichter lebenden tierischen Meeresbewohnern gesucht werden dürfen, unter Tieren also, die für experimentelle Untersuchungen eine geeignetere Basis abgeben.

Wir können getrost sagen, daß in den meisten Tiergruppen solche Beispiele zu finden sind, obwohl bei deren Betrachtung die biogeographischen Gesichtspunkte bisher manchmal noch nicht genügend gewürdigt worden sind. In klassifikatorischen Abhandlungen werden nur zu oft Varietäten oder gar „lokale" oder „geographische" Varietäten erwähnt, ohne daß auch eingehendere Begründungen dieser Bezeichnungen gegeben werden. In vielen — wenn nicht in den meisten — Fällen sind die sog. „Varietäten" nur aberrante Varianten oder Gruppen von Varianten, die sich bei eingehenderem Studium als Teilgruppen einer fluktuierenden Variation herausgestellt haben würden, wenn nur genügend umfangreiches Material herangezogen worden wäre.

PILSBRY[1] konnte eine Reihe solcher lokalen Varietäten bei verschiedenen Balaniden nachweisen, die nach und nach einer eingehenderen Untersuchung zu unterwerfen wären. Wir brauchen nur *Balanus tintinnabulum* zu nennen, der an derselben Lokalität meist nur durch eine fest bestimmte, stets wiederkehrende Variantengruppe (Varietät oder „Forma") vertreten ist. Sicherlich würde man auch bei zahlreichen anderen, weit verbreiteten seichtlebenden Meerestieren parallele Verhältnisse nachweisen können.

Wie sich die Dimensionen (die Größe) geographisch verhalten, kennen wir schon einigermaßen in den gröbsten Zügen; das erhellt schon aus den zusammenfassenden Darstellungen der Tiergeographie[2]. Man kann ganz allgemein

[1] Invertebrate Bottom Fauna of the Norwegian Sea and North Atlantic. In: MURRAY and HJORT, The Depths of the Ocean. London 1912.

[2] Bryozoa from the Arctic Regions. Tromsö Museums Aarshefter 40 (1917). Tromsö 1918 bis 1919.

[1] The Sessile Barnacles contained in the U. S. National Museum. Bulletin 93, Smithsonian Institution of the U. S. National Museum. Washington 1916.

[2] Siehe z. B. HESSE, Tiergeographie auf ökologischer Grundlage.

sagen, daß in den meisten Fällen die Größe der Individuen einer Tierart mit zunehmendem Breitegrad (und mit zunehmender Tiefe des Vorkommens) wächst. Als illustrierende Beispiele werden wir hier einige Hydroiden-Arten heranziehen.

In Fig. 1 sind die Projektionen einiger normaler

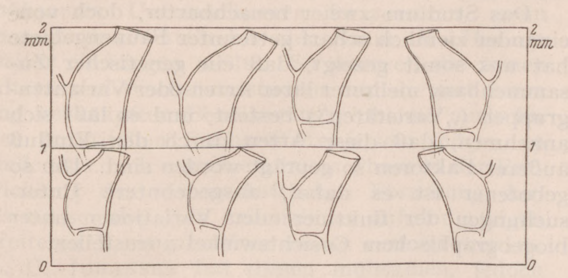



Fig. 1. Hydrotheken von *Abietinaria abietina*. Obere Reihe von Kolonien aus spitzbergischen Gewässern, in der unteren Reihe stammen drei der Hydrotheken von Kolonien aus der Mündung des Oslofjordes, die Hydrothek rechts ist in der mittleren Nordsee gefunden. (Zusammengestellt nach Hj. Broch 1909.)

Hydrotheken der *Abietinaria abietina* aus den spitzbergischen Gewässern in der oberen Reihe wiedergegeben. Man sieht sofort, daß sie durchgehends größer als Hydrotheken von Exemplaren aus der mittleren Nordsee und dem Skagerrak-Gebiete sind, die in der unteren Reihe bei gleicher Vergrößerung wiedergegeben worden sind. Man sieht aber auch schon, daß die Variation ein gemeinsames Feld hat, so daß man nicht zwei getrennte Variationskurven, sondern eine zweizipfelige erhalten würde, wenn man bei dieser Art reichliches Material von den zwei erwähnten, weit getrennten Gebieten heranzöge.

Bei *Campanularia verticillata* (Fig. 2) sind die

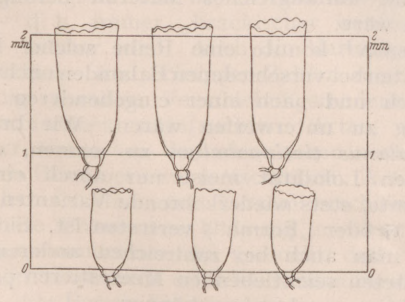



Fig. 2. Hydrotheken von *Campanularia verticillata*. Obere Reihe aus spitzbergischen Gewässern, untere von dem Oslofjord bei Dröbak. (Zusammengestellt nach Hj. Broch 1909.)

Unterschiede der Individuengruppen größer und schärfer ausgesprochen, und sie würden ersichtlich bei Untersuchungen an umfangreicherem Material zwei getrennte Kurven ergeben, wenn man lediglich Exemplare von Spitzbergen (obere Reihe) und vom Oslofjord (untere Reihe) berücksichtigt. Es scheint damit im Zusammenhange zu stehen, daß die individuellen Variationen an einer Lokalität bei dieser Art weit geringfügiger sind als bei der vorigen Art. Um eine völlig kontinuierliche Variationsreihe zu erhalten, muß hier, soweit bis jetzt beurteilt werden kann, Material von biogeographisch zwischenliegenden Lokalitäten mit herangezogen werden.

Ein drittes Beispiel, *Halecium halecinum* (Fig. 3) gibt uns ein anderes Bild der Variationen. In den beiden vorher herangezogenen Fällen war die Totallänge der Hydrothek ein Hauptfaktor, der sozusagen der Variation das Hauptgepräge gibt, wiewohl man bei *Campanularia verticillata* auch von einer harmonischen Variation aller Dimensionen ersichtlich sprechen kann. Bei *Halecium halecinum* aber fällt es ganz besonders auf, daß die sehr variablen Längen der Basalkammern für beide Gebiete ziemlich kongruente Variationskurven abgeben, wogegen die Hydrotheken und ihre Basalkammern bei den spitzbergischen Kolonien

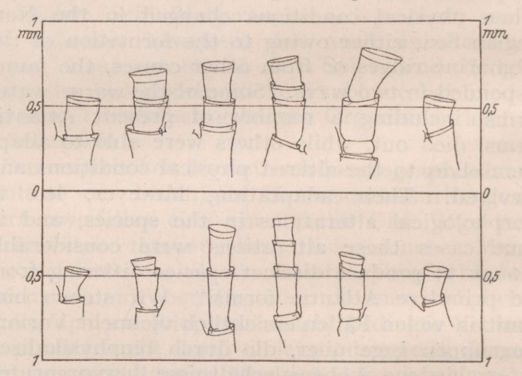



Fig. 3. Hydrotheken von *Halecium halecinum*. Obere Reihe aus spitzbergischen Gewässern, untere von der norwegischen Westküste und der Nordsee zwischen 56° und 60° N.Br. (Zusammengestellt nach Hj. Broch 1909.)

durchweg erheblich breiter sind als die der Nordsee-Kolonien.

Diese Verhältnisse erinnern an Variationen, die bei anderen Hydroidenarten festgestellt wurden. Nach Untersuchung adriatischer Kolonien von *Plumularia setacea* sagt Broch[1]: „Die vorliegenden Kolonien haben verhältnismäßig viel kleinere Hydrotheken als in den nördlichen Meeren. Bonnevie (1899 S. 89) gibt für die Hydrotheken die halbe Länge des Internodiums an, während Nuttings Zeichnungen (1900, Taf. I, Fig. 1 und 4) eine Hydrothekenlänge von $^1/_3$ bis $^1/_4$ oder noch etwas kürzer andeuten. Die adriatischen Exemplare weisen Hydrothekenlängen von $^1/_4$ bis $^1/_5$ des Internodiums auf. Hierin können wir somit nicht Artunterschiede erblicken. Hand in Hand mit dem Kleinerwerden der Hydrotheken geht eine Ausbildung grazilerer Kolonien überhaupt."

Es erhellt aus diesen wenigen Beispielen einer-

[1] Hydroidenuntersuchungen III. Vergleichende Studien an adriatischen Hydroiden. Det kongelige norske Videnskabers Selskabs Skrifter 1911. Trondhjem 1912.

seits, daß die fluktuierenden Variationen bei vielen Arten topographisch gesetzgebundene Verteilungen aufweisen. Andererseits finden wir, daß sich die ersichtlich biogeographisch geregelte Variation bei verschiedenen Formen sehr verschiedenartig gestalten kann, und wir sind gezwungen, anzunehmen, daß sie sich bei höher organisierten Tierarten manchmal verwickelter herausstellen, indem die einzelnen Dimensionen gewissermaßen unabhängig (unharmonisch) variieren können. Das erhellt schon auch aus der oben nach APPELLÖF zitierten Bemerkung über den Pyknogoniden *Colossendeis angusta*.

In dem letzteren Falle haben wir keine genaueren Angaben über ,,Zwischenformen" zwischen den beiden geographischen Variantengruppen. Steht das in Beziehung zu den biogeographisch schroffen Unterschieden zwischen den beiden Lebensbezirken? Unter Umständen können anscheinend biogeographische Faktoren annähernd oder völlig sprungweise Variation (unter Ausmerzung von Zwischenstufen) verursachen. Kehren wir zu den Hydroiden wieder, so finden wir bei *Sertularella polyzonias Forma typica*, daß die Hydrothekenlängen mediterraner Exemplare nur die Hälfte derjenigen borealer Nordmeer-Exemplare erreichen. In arktischen Gebieten tritt weiter eine *Forma gigantea* auf, die dort überaus dominierend ist und deren Hydrotheken die zwei- bis dreifachen Längen der borealen *Typica*-Exemplare erreichen. In verhältnismäßig sehr seltenen Fällen kann man in boreoarktischen Mischgebieten Kolonien antreffen, bei denen die Hydrothekenlängen vermittelnde Zwischengrößen aufweisen, und wir müssen deswegen annehmen, daß die *Forma gigantea* eine phänotypische arktische Erscheinung ist, trotzdem die *Forma typica* mitunter auch in arktischen Gewässern in vereinzelten Kolonien angetroffen werden kann.

Die Frage, wieweit hier zwei getrennte Arten vorliegen, wird von den Museumssystematikern öfters mit Ja beantwortet. Diese Antwort dürfte aber voraussetzen, daß die fluktuierende Variation, die durch die erwähnten boreoarktischen Exemplare bezeugt wird, eine gewisse ,,kritische Grenze" habe, und daß die fluktuierende Variation, wenn diese Grenze überschritten wird, eine genotypische Umprägung mit sich führe, so daß die Variation nicht mehr rückgängig werden könne. Solange nicht ein exakter Beweis dafür gegeben ist, darf man aber die *Forma gigantea* nur noch als eine besondere Form (eine Variantengruppe) bezeichnen und nicht als eine besondere Art ansprechen.

H. H. GRAN[1] hat bei einer planktonischen Kieselalge einen Fall nachweisen können, wo man nicht von einer fluktuierenden Variation, sondern direkt von einer biophysikalisch determinierten ,,Transmutation" sprechen muß, indem alle ,,Zwischenstufen" zwischen den beiden Formen fehlen. Die betreffende Art *Rhizosolenia semispina* tritt in zwei völlig verschiedenen Formen auf, und man kann die Entstehung der *Forma semispina* borealer Gewässer aus der *Forma hiemalis* eiskalter Wassermassen nicht selten in den Grenzschichten des Golfstromes gegen die Wassermassen der Arktis beobachten (Fig. 4). Die *Forma hiemalis* war bis zu dem Jahre 1904 als eine besondere arktische Charakterart *Rhizosolenia hebetata* bekannt gewesen.

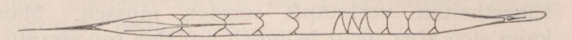


Fig. 4. *Rhizosolenia hebetata*. Eine Zelle, die den Übergang von der *Forma hiemalis* (rechte Hälfte) in die *Forma semispina* (linke Hälfte) zeigt. (Nach H. H. GRAN 1904.)

Es scheint aber auch jetzt noch nicht sichergestellt zu sein, wieweit der Übergang der Formen ein beiderseitiger ist. GRAN (l. c.) sagt diesbezüglich; ,,Ich habe bis jetzt nur gesehen, daß *Semispina*-Schalen aus *Hebetata*-Zellen erzeugt worden sind, nie aber umgekehrt. Die Deutung der Tatsachen ist nun davon abhängig, ob man annimmt, daß der noch nicht beobachtete Rückgang des Prozesses in der Natur vorgeht oder nicht.

Wenn — — *R. hebetata* sich in *R. semispina* verwandeln kann, aber *R. semispina* niemals oder nur ausnahmsweise in *R. hebetata* übergeht, dann können wir von einer *Mutation* sprechen. Wenn aber die beiden Formen unter dem Einfluß von wechselnden äußeren Faktoren regelmäßig ineinander übergehen können, dann haben wir eigentlich nur eine Art, und die Veränderungen sind Äußerungen eines gesetzmäßigen *Dimorphismus*." — Schließlich bemerkt GRAN auch, daß diese Frage erst dann beantwortet werden kann, wenn die Technik eine Züchtung der Formen ermöglicht hat, d. h. wenn man das Phänomen durch experimentelle Studien bewältigen lernt.

Zweifellos harren noch viele ähnliche Fragen ihrer Beantwortung. Müssen wir doch auch gestehen, daß die empirisch gefundenen Tatsachen nur zu oft zweideutig sein können, und daß erst experimentelle Untersuchungen entscheiden können, wie sich die Kausalitätreihe in Wirklichkeit gestaltet. In dem zuletzt herangezogenen Falle finden wir, daß GRANS theoretische Anforderungen, wenn wir von Mutation bei *Rhizosolenia hebetata* sprechen sollen, in naher Beziehung zu der bei *Sertularella polyzonias* erforderlichen ,,kritischen Grenze" steht, nur daß dieser mit fluktuierenden Variationen verknüpft wäre. Die Ähnlichkeit fällt deswegen besonders auf, da die zwischen *Typica* und *Gigantea* vermittelnden Varianten so außerordentlich selten vorkommen; ihre völlige Ausmerzung würde auch hier das Bild einer ,,Transmutation" ergeben.

Die angeführten Beispiele veranschaulichen insgesamt die Stufenleiter eines Problems: die Variation einer Art unter Einfluß äußerer biophysikalischer Faktoren. Wir können die ver-

[1] Die Diatomeen der arktischen Meere. I. Teil: Die Diatomeen des Planktons. Fauna arctica Bd. III. Jena 1904.

schiedensten Abstufungen in der Natur vorfinden, von ganz geringfügigen und kaum nachweisbaren Variationen bis zu auffällig schroffen Übergängen wie in den letzten Beispielen. Das Studium des Phänomens und der damit verknüpften Probleme läßt sich in zwei Phasen aufteilen.

Die erste Phase umfaßt *die biogeographische Erörterung der Variationen*, einen empirischen Aufbau von Daten, die mit allen biophysikalischen Einzelheiten verknüpft werden müssen. Man kann sich aber nicht lediglich mit den topographischen Daten begnügen, sondern muß auch Analysen der lokalen biogeographischen Faktoren (Temperatur, Salzgehalt, Facies usw.) heranziehen und erörtern. Gleichzeitig muß jede Art für sich an jeder Lokalität als variationsstatistisches Objekt genau geprüft werden. Durch solche Untersuchung ließe sich eine empirische Grundlage für die Beurteilung einer scheinbaren Kausalität schaffen.

Dieser Untersuchungen wegen wäre es aber erforderlich, daß eine Zusammenarbeit von mehreren Meeresstationen organisiert würde. Das Material für solche Studien läßt sich nur zum geringsten Teil durch mehr oder weniger zufällige Expeditionen zusammentragen. Es sind ganz besonders die seichter lebenden Organismen, die bei diesen Untersuchungen in erster Linie studiert werden müssen, da sie sich ja auch für Studien im Aquarium besonders eignen, und diese Welt läßt sich am vorteilhaftesten an festen Orten (Stationen) studieren. In den meisten Fällen muß die Art an jeder Stelle auch zu allen Jahreszeiten untersucht werden. Man sollte deswegen kurzerhand die Meeresstationen zu Stützpunkten solcher Studien machen, sollte die Spezialisten von dort mit genügendem Material versorgen, oder sollte sie, noch besser, an Ort und Stelle weitherzig bei ihren Untersuchungen unterstützen.

Die zweite Phase besteht in der *experimentellen Nachuntersuchung der Kausalitätsfragen*. Nachdem man durch empirische Studien seine Arbeitstheorien aufgestellt hat, sich klar ist, welche Faktoren für die Variationsrichtungen wohl die ausschlaggebenden sind, müssen die arbeitstheoretischen Schlußfolgerungen experimentell nachgeprüft werden. Auch für diese Arbeit sind erstklassig ausgerüstete Meeresstationen unumgänglich notwendig wo der Spezialist für den Betrieb seiner Aquarien und für seine experimentellen Analysen die nötigen Hilfsmittel stets bei der Hand hat.

Es erhellt hieraus, daß für die Lösung der hier erwähnten Probleme ganz besonders erwünscht ist ein Netz von größeren, international arbeitenden Meeresstationen. Die Stationen müssen in der Weise gewählt werden, daß man möglichst verschiedenartige biophysikalische Verhältnisse untersuchen und bewältigen kann; d. h. sie müssen teils in oder nahe an biogeographischen Grenzgebieten liegen, teils ihre Arbeitsfelder unter sehr verschiedenartigen Meeresverhältnissen haben.

Die marin-biogeographische Untersuchung der Variationen stellt ein vielseitiges, weites Feld dar, das bisher nur ganz beiläufig und mehr oder weniger zufällig von einigen wenigen Forschern angeschnitten worden ist. Die Aufgaben, die hinter diesem einen Problem stecken, müssen durch Zusammenarbeit verschiedener Spezialisten angegriffen werden, wenn Hoffnung auf Weiterkommen sein soll.

---

## Astronomische Bestätigungen der Relativitätstheorie.

Die allgemeine Relativitätstheorie führt in drei Punkten auf Konsequenzen, deren Richtigkeit sich durch astronomische Beobachtungen nachprüfen läßt. Da es andere Prüfungsmöglichkeiten wohl überhaupt nicht gibt, so sind in den letzten Jahren große Anstrengungen gemacht worden, um in diesen Punkten zu einwandfreien Resultaten zu kommen.

Die erste Folgerung bezieht sich auf die Bahnbewegung der Planeten. Während sich bei der klassischen Behandlung des Zweikörperproblems als Bahn eines Planeten eine Ellipse ergibt, die eine unveränderliche Lage im Raume hat, führt die Einsteinsche Gravitationstheorie auf eine Ellipse, deren große Achse eine langsame Drehung innerhalb der Bahnebene ausführt. Einen der Beobachtung gut zugänglichen Betrag erreicht diese Drehung nur bei dem sonnennächsten Planeten Merkur; die relativistische Rechnung ergibt eine Drehung von 43″ im Jahrhundert. Aus der Bearbeitung der Merkurbeobachtungen hat sich (schon vor der Aufstellung der Relativitätstheorie) nach Abzug der Drehung, die durch die Gravitationswirkung der anderen Planeten hervorgerufen wird, eine restliche Bewegung ergeben, die nahe mit dem theoretischen Betrage übereinstimmt. Es bestehen jedoch Zweifel darüber, ob der aus den Beobachtungen abgeleitete Wert als stichhaltig angesehen werden kann. Diese Zweifel können erst durch eine langwierige Neubearbeitung des gesamten Materials mit Einschluß neuerer Merkurbeobachtungen behoben werden. In diesem Punkte hat sich daher bis heute kein Fortschritt erzielen lassen.

Sehr viel günstiger liegen die Verhältnisse bei der zweiten Folgerung, die den Lichtweg in der Nachbarschaft großer Massen betrifft. Ein Lichtstrahl wird, da man auch dem Licht Masse zuerkennen muß, in der Nähe einer großen Masse gekrümmt, ebenso, wie die Bahn eines geworfenen Steins im Schwerefeld der Erde gekrümmt ist. Der Weg des Lichtstrahles sieht allerdings etwas anders aus als eine Wurfbahn an der Erdoberfläche. Ein Lichtstrahl z. B., der auf seinem Wege von einem Fixstern zu uns dicht am Rande der Sonne vorbeistreicht, ist auf dem langen Wege von seinem Ausgangspunkt bis in die nächste Umgebung der Sonne vollständig gerade, auf einem kleinen Stück in der Nähe der Sonne krumm und von dort bis zur Erde wieder gerade. Die Ablenkung aus der ursprünglichen Richtung ist um so größer, je größer die Masse ist, sie ist aber um so kleiner, je weiter der Strahl von dem Mittelpunkt der Masse entfernt bleibt. Die Gesamtablenkung ist sowohl in der Newtonschen wie in der Einsteinschen Theorie proportional $\frac{m}{d}$, der von der Relativitätstheorie geforderte Betrag ist jedoch *doppelt* so groß wie der Newtonsche. Für einen Lichtstrahl, der die

Sonnenoberfläche gestreift hat, ergibt sich eine relativistische Ablenkung von 1,75 Bogensekunden gegenüber 0,87 der klassischen Theorie. Durch den Nachweis einer Lichtablenkung ist also noch keine Bestätigung der Relativitätstheorie gegeben; es kommt vielmehr darauf an, die Größe der Ablenkung mit hoher Genauigkeit festzustellen.

Der als Beispiel angeführte Fall von Lichtstrahlen, die das Schwerefeld der Sonne passiert haben, ist zugleich der einzige, in dem eine Prüfung möglich ist. Astronomisch bedeutet das die Beobachtung von Fixsternen in der Nachbarschaft der Sonne, so daß dafür nur die seltenen und kurzen Minuten totaler Sonnenfinsternisse in Frage kommen. Man verfährt prinzipiell etwa so: Man photographiert während einer Sonnenfinsternis ein möglichst großes Himmelsfeld, in dessen Mitte die Sonne steht. Dasselbe Feld photographiert man mit demselben Instrument ein zweites Mal zu einer Zeit, wo die Sonne weit davon entfernt ist. Ist ein Effekt von der gesuchten Art vorhanden, so müssen auf der Finsternisaufnahme die Sterne im Vergleich mit der anderen Aufnahme radial nach außen verschoben sein, etwa so, wie die Punkte der Iris des Auges sich verschieben, wenn sich die Pupille in der Dunkelheit erweitert. Die zweite Aufnahme kann nur zur Nachtzeit, also einige Monate vor oder nach der Finsternis erfolgen. Die beiden zu vergleichenden Aufnahmen befinden sich also auf zwei verschiedenen Platten, die zu verschiedenen Zeiten unter verschiedenen äußeren Bedingungen erhalten worden sind, und damit beginnt die praktische Schwierigkeit des Problems. Die beiden ersten Expeditionen, die einen Erfolg zu verzeichnen hatten, die englischen Expeditionen im Jahre 1919, haben die Methode in ihrer einfachsten Form angewandt. Die Platten eines der Instrumente ergaben teuflischerweise fast genau den halben EINSTEINschen, also den NEWTONschen Effekt, alle anderen (vertrauenswürdigeren) jedoch etwas mehr als den von der Relativitätstheorie geforderten Betrag. Es war schon bei diesen Resultaten nicht gut möglich, sie ganz als zufällige Treffer anzusehen. Die Platten stammten von verschiedenen Instrumenten an zwei verschiedenen Orten; die eine der Expeditionen war auch schon einen Schritt weiter gegangen: sie hatte ein Kontrollfeld am Ort der Finsternis und nach der Rückkehr in England aufgenommen und durch den Vergleich dieser Platten gezeigt, daß eine Veränderung der Abbildung durch Abbau und Wiederaufbau des Instruments jedenfalls nicht ernstlich in Frage kam. Als endgültig konnten die damaligen Resultate aber auf keinen Fall angesehen werden, weil die Anlage der Beobachtungen nicht ausreicht, die Wirkung einer Reihe von möglichen Fehlerquellen aufzudecken oder zu eliminieren.

Am meisten zu fürchten ist eine Veränderung der optischen Abbildung zur Zeit der Finsternis gegenüber den normalen nächtlichen Verhältnissen bei der Vergleichsaufnahme. Da Spiegel in dieser Hinsicht besonders gefährlich sind, verzichtet man bei diesen Beobachtungen meistens auf die Bequemlichkeiten der für sonstige Finsternisbeobachtungen üblichen horizontalen Fernrohre und verwendet die Instrumente in der gewöhnlichen (parallaktischen) Montierung. Mit der Aufnahme ist die Gefahr noch nicht vorüber. Es ist z. B. möglich, daß während des Trocknens eine Verzerrung der Plattenschicht eintritt, da der innere Teil der Platte, der durch das Licht der Corona geschwärzt ist, schneller trocknet als die äußeren Teile. Der durch die Corona hervorgerufene Schwärzungsabfall von innen nach außen kann möglicherweise auch die Messung der Sternörter auf der Platte beeinflussen. Um solchen Einflüssen aus dem Wege zu gehen, hat man bei späteren Expeditionen ein verschärftes Kontrollverfahren eingeführt. Den Kern bilden auch jetzt die beiden Aufnahmen des Finsternisfeldes, von denen die eine während der Finsternis, die andere einige Monate früher oder später nachts gemacht ist. Auf jede der Platten kommt aber noch eine weitere Aufnahme, nämlich ein Himmelsfeld, das dem Finsternisfeld etwa 6 Stunden vorangeht oder folgt. Die Anordnung der Aufnahmen ist dann also etwa so, wie das folgende aus dem Plattenverzeichnis der Lickexpedition herausgegriffene Beispiel zeigt:

| Platte | Datum | Ortszeit | Feld |
|---|---|---|---|
| CD 17 | 1922 Mai 20 | $21^h57^m$ | Finsternisfeld |
| CD 17 | 1922 Mai 21 | $4^h12^m$ | Kontrollfeld |
| CD 23 | 1922 Sept. 21 | $13^h34^m$ | Finsternisfeld (Finsternis) |
| CD 23 | 1922 Sept. 21 | $20^h48^m$ | Kontrollfeld |

Die Sterne der beiden Felder, die sich auf den Platten vermischen, werden ohne Rücksicht auf ihre Zugehörigkeit vermessen. Alle Einflüsse, die von der Corona oder von der Entwicklung und Trocknung der Platten herrühren, treffen die Sterne des Kontrollfeldes ebenso wie die Sterne des Finsternisfeldes. Zeigt das Kontrollfeld am Finsternistage keine Veränderungen gegenüber der Vergleichsplatte, so spielen diese Einflüsse auch für das Finsternisfeld keine Rolle. Dasselbe gilt auch für Veränderungen des Instruments, *soweit sie nicht auf die Zeit der Finsternis beschränkt sind.*

Auf diesen Grundsätzen ruhen die Arbeiten der entscheidenden Expedition der Lick-Sternwarte im Jahre 1922[1]. Zur Verwendung kamen zwei Doppelkameras in parallaktischer Montierung. Der Unterschied der beiden Instrumente liegt in ihrer Brennweite und in der Größe des abgebildeten Feldes. Die Fernrohre des einen Instrumentes hatten $4^1/_2$, die des anderen $1^1/_2$ m Brennweite. Die langbrennweitigen Kameras liefern ein Bildfeld von $5 \times 5°$ bei einem Maßstab von $45''$ pro Millimeter, die kurzbrennweitigen haben ein nutzbares Feld von $15 \times 15°$ bei einem Maßstab von $135''$ pro Millimeter. Von den ausgezeichneten Aufnahmen, die mit beiden Instrumenten erhalten wurden, sind 4 bzw. 6 Plattenpaare vermessen worden. Die Plattenvergleichungen sind in beiden Fällen in meßtechnischer Hinsicht etwas verschieden ausgeführt worden. Im Prinzip bedeutet aber jede Vergleichung, daß man die entsprechenden Platten so aufeinanderlegt, daß die Sterne der beiden Platten sich decken. Eine vollständige Deckung findet nicht statt. Kämen dafür keine anderen Ursachen in Betracht, so müßten die verbleibenden Reste bereits den gesuchten Effekt (die radiale Zerrung) ergeben. Tatsächlich sind aber zwei entsprechende Aufnahmen desselben Instrumentes in jedem Falle inkongruent. Die veränderlichen Umstände der Aufnahmen (Temperatur, Lage der Platte am Instrument usw.) bringen es zuwege, daß auch unter gewöhnlichen Verhältnissen eine gänzliche Deckung nicht möglich ist. Wenn jedoch vorausgesetzt werden kann, daß das Himmelsfeld keine Veränderung erfahren hat, dann muß eine theoretische Deckung herbeigeführt werden können. Das geschieht auf rechneri-

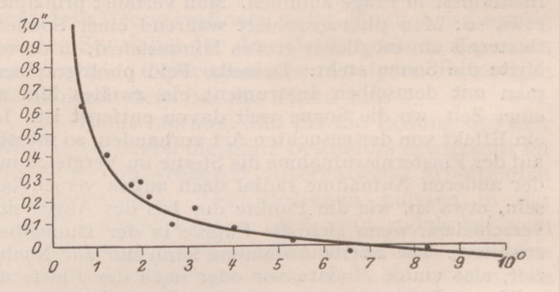
[1] Observations on the deflection of light in passing through the sun's gravitational field. Lick Observatory Bulletin 11, 41 (1923); Observations made with a pair of five-foot cameras on the light-deflections in the sun's gravitational field at the total solar eclipse of September 21, 1922. Lick Observatory Bulletin 13, 130 (1928).

schem Wege. Man überlegt (und legt durch Formeln fest), wie die möglichen Fehlerquellen an den verschiedenen Stellen der Platten zur Wirkung kommen, und verwendet dann die gemessenen Abweichungen von der Deckung dazu, um rückwärts auf die Fehlerquellen zu schließen. Wieviele mögliche Fehlerquellen einzuführen sind, und in welcher Weise die Messungen zu ihrer Bestimmung zu verwerten sind, sind Fragen, zu deren Lösung in einem so heiklen Falle außerordentlich viel Geschick und Erfahrung auf Seiten des Bearbeiters notwendig ist. Zu dieser Reduktion der Platte werden die Sterne des *Kontrollfeldes* verwendet, da im Finsternisfeld die Lichtablenkung die Plattenfehler überdeckt und deren Bestimmung erschwert oder unmöglich macht. Der *Maßstab* der Platten muß jedoch durch Sterne des *Finsternis*feldes bestimmt werden, da der Unterschied der Temperatur bei Tag und Nacht eine Maßstabdifferenz zwischen den beiden Feldern zur Folge hat. Dabei ist aber zu bedenken, daß die Lage der Sterne möglicherweise durch die gesuchte Lichtablenkung verändert ist. Man wählt zur Bestimmung des Maßstabes deshalb Sterne aus, die möglichst weit von der Mitte des Feldes entfernt sind. Die (verhältnismäßig kleine) Verschiebung dieser Sterne bewirkt aber immer noch eine kleine Veränderung des Maßstabes, die bei einem Vergleich mit theoretischen Werten der Verschiebung berücksichtigt werden muß. Wenn zwei Platten in dieser Weise aufeinander reduziert worden sind, muß rechnerische Deckung erzielt sein. Bleiben jetzt noch Reste, so sind sie zufällige Messungsfehler oder reelle Verschiebungen der Sterne. Die Anordnung der Reste nach ihrer Lage auf der Platte muß zeigen, ob den Verlagerungen ein Gesetz zugrunde liegt. Im Falle der Finsternisplatten sind es die radialen Komponenten der Reste, in denen das Gesetz der Lichtablenkung zu suchen ist. Es zeigt sich bei beiden Instrumenten mit überraschender Deutlichkeit. Durch Vereinigung der Resultate zu einer Liste ergibt sich ein geschlossenes Bild des Verlaufes der Verschiebung:

*Tabelle 1.*

| Abstand vom Sonnenzentrum | Beobachtete radiale Verschiebung | Wahrscheinlicher Fehler | Zahl der Sterne | Theoretische Verschiebung | Beob. minus Theorie |
|---|---|---|---|---|---|
| ° | ″ | ″ | | ″ | ″ |
| 0.68 | + 0.63 | ± 0.07 | 10 | + 0.68 | − 0.05 |
| 1.22 | + 0.41 | 0.03 | 17 | + 0.37 | + 0.04 |
| 1.71 | + 0.27 | 0.03 | 14 | + 0.26 | + 0.01 |
| 1.97 | + 0.29 | 0.03 | 12 | + 0.22 | + 0.07 |
| 2.17 | + 0.22 | 0.03 | 14 | + 0.20 | + 0.02 |
| 2.67 | + 0.10 | 0.03 | 18 | + 0.15 | − 0.05 |
| 3.14 | + 0.17 | 0.03 | 18 | + 0.12 | + 0.05 |
| 4.03 | + 0.08 | 0.03 | 19 | + 0.08 | 0.00 |
| 5.33 | + 0.03 | 0.03 | 19 | + 0.04 | − 0.01 |
| 6.56 | − 0.03 | 0.03 | 20 | + 0.01 | − 0.04 |
| 8.29 | − 0.01 | 0.04 | 22 | − 0.02 | + 0.01 |

Die beobachteten Verschiebungen in der zweiten Spalte sind als reine Beobachtungsergebnisse vollkommen frei von irgendwelchen theoretischen Annahmen. Wenn sie mit den theoretischen Werten verglichen werden sollen, ist es nötig, den Maßstab so zu verändern, daß die als unverschoben angesehenen Sterne (außerhalb 5° vom Mittelpunkt) die von der Theorie vorgeschriebene Verschiebung erhalten. In der Tabelle ist statt dessen die Änderung bei den theoretischen Werten vorgenommen worden. Die Übereinstimmung von Theorie und Beobachtung ist so hervorragend, daß von einer Zufälligkeit nicht mehr gesprochen werden kann. Als Lichtablenkung am Sonnenrande ergibt sich, wenn man das Gesetz der Ablenkung als bestätigt annimmt, der Wert 1.75″ in genauer Übereinstimmung mit der Theorie. Eine nähere Betrachtung zeigt auch, daß andere Hypothesen wie die sog. „kosmische Refraktion" oder auch Störungen in der terrestrischen Refraktion nicht mit den Lick-Resultaten zu vereinbaren sind. Das einzige Bedenken, das durch die Beobachtungsanordnung der Lick-Expedition noch nicht beseitigt ist, ist die Möglichkeit einer vorübergehenden Veränderung der optischen Abbildung während der Tagaufnahme. Eine solche Veränderung würde sich aber im wesentlichen durch eine Änderung des Maßstabes ausdrücken und bei der Reduktion der Platten eliminiert werden. Veränderungen, die in der Art der




Beobachtete Werte der Lichtablenkung (Mittel beider Instrumente). Abszissen: Abstand der Sterne vom Sonnenmittelpunkt. Ordinaten: Radiale Lichtablenkung. Die Punkte sind Gruppenmittel nach Tabelle 1. Die ausgezogene Kurve zeigt den theoretischen Verlauf der Lichtablenkung.

Lichtablenkung wirken könnten, sind unwahrscheinlich. Es ist aber aus diesem Grunde bei anderen Expeditionen die Aufnahme eines Kontrollfeldes *während* der Finsternis geplant oder ausgeführt worden. Resultate sind aus äußeren Gründen bisher noch nicht wieder erzielt worden. Es wird deshalb auch noch bei den nächsten Finsternissen eine wichtige Aufgabe sein, durch diese und andere Maßnahmen die letzten Bedenken auszuschalten.

Die dritte astronomische Prüfungsmöglichkeit ist zwar nicht an Beobachtungen gebunden, die nur in der kurzen Frist besonderer Gelegenheiten ausgeführt werden können. Die Beobachtungsumstände sind aber hier aus anderen Gründen so viel komplizierter, daß erst nach mancherlei erfolglosen Versuchen in jahrelanger Arbeit ein — nun allerdings überzeugendes — Resultat erreicht worden ist. Es handelt sich um einen spektroskopischen Effekt: Wenn ein Atom an irgendeiner Stelle eines Gravitationsfeldes seine Schwingungen ausführt, so ist seine Schwingungszeit nach der Relativitätstheorie vom Werte des Gravitationspotentials (der Schwere) an dieser Stelle abhängig. Die Schwingungsperiode ist proportional mit $\left(1 + \frac{m}{r}\right)$. Da für Atome an der Erdoberfläche diese Größe praktisch nicht von 1 verschieden ist, so muß im Vergleich hiermit die Schwingung jedes Atoms, das an einer Stelle mit merklichem $\frac{m}{r}$ schwingt, um den Faktor $\left(1 + \frac{m}{r}\right)$ verlängert erscheinen. Die von diesem Atom herrührenden Spektrallinien müssen also um den Betrag $\lambda \cdot \left(1 + \frac{m}{r}\right)$ nach der roten Seite des Spektrums verschoben beobachtet werden. Für Atome der Sonnenoberfläche betragen die zu erwartenden Verschiebungen 0.008 und 0.014 AE. bei den Wellenlängen 3800 bzw. 6600 AE.

Der Effekt ist derselbe, der durch eine Bewegung (Doppler-Effekt) von 0.635 km/sec hervorgerufen würde. Für andere Fixsterne ist die Rotverschiebung kleiner oder von derselben Größe wie bei der Sonne. Der Betrag ist für eine Messung in Sternspektren zu klein; für Sonnenbeobachtungen liegt er aber weit über der Grenze der Meßbarkeit, er ist z. B. 10 mal so groß wie der durch das allgemeine magnetische Feld der Sonne bewirkte Effekt.

Daß die Bemühungen mehrerer Beobachter trotz der Größe des gesuchten Effektes so lange vergeblich waren, erklärt sich daraus, daß die Linienverschiebungen im Sonnenspektrum eine Summierung von Wirkungen sehr verschiedener Ursachen sind. Alle Verschiebungen, die aus den Bewegungen von Erde und Sonne folgen, sind natürlich berechenbar und auszuscheiden. Was danach übrig bleibt, ist aber auch noch nicht von einheitlichem Ursprung. Bis vor kurzem wurde der vermeintliche hohe Druck in der Sonnenchromosphäre (man schätzte 5—7 Atmosphären) als Hauptquelle von Rotverschiebungen angesehen. Deshalb hat man vielfach für die Untersuchung die Bandenlinien des Cyans (bei 3883 AE.) benutzt, die aber infolge des großen Gedränges von Linien für die Messung nicht günstig sind. ST. JOHN erhielt im Durchschnitt von 40 Linien keinerlei Verschiebung, während GREBE und BACHEM später eine Verschiebung fanden. Man ist jetzt aus guten Gründen der Meinung, daß der Druck in allen der Beobachtung zugänglichen Teilen der Sonnenatmosphäre sehr gering ist, so daß Druckverschiebungen überhaupt keine Rolle spielen. Infolgedessen ist man nicht mehr auf die ungünstigen Bandenlinien beschränkt, sondern kann eine sehr viel größere Zahl von Linien in die Untersuchung aufnehmen. Bei Untersuchungen dieser Art ergaben sich aber wechselnde Werte, die weder für noch gegen die Theorie sprachen. In der großen Arbeit[1], die ST. JOHN jetzt veröffentlicht hat, kommt die Ursache aller dieser Schwierigkeiten zutage. Wenn man Linien eines Elementes zusammenfaßt, oder wenn man Linien gleicher Intensität vereinigt, immer mischt man Verschiebungen durcheinander. Eine klare Trennung wird erst erreicht, wenn man die Linien nach dem *Niveau* ihres Ursprungs in der Sonnenatmosphäre gruppiert. Die Unterscheidung von Niveaus und die Zuordnung der Linien zu ihnen beruhen auf mehreren sich ergänzenden Erfahrungen. Den anschaulichsten Beitrag liefert die Struktur der Sonnenflecke. Der Fleckenwirbel hebt Gase empor, die gleichzeitig parallel zur Oberfläche nach außen abströmen. Mit zunehmender Höhe nimmt die Ausströmungsgeschwindigkeit ab und verschwindet schließlich in einer gewissen Höhe ganz. Über diesem Niveau baut sich der ergänzende Wirbel auf. In ihm sinken Gasmassen aus den höheren Schichten herunter. Sie strömen dabei von außen in den Wirbel hinein und zwar mit um so größerer Geschwindigkeit, je höher das Niveau ist. Die relativen Verschiebungen, die die Spektrallinien in Sonnenflecken zeigen, erlauben ihre Zuordnung zu verschiedenen Höhen über der Oberfläche. Eine weitere Stützung ergibt sich aus den Beobachtungen der Sonnenrotation. Die höheren, durch ionisiertes Calcium eingenommenen Schichten rotieren am schnellsten, die tiefsten am langsamsten. Auch die Unterschiede in den Spektren der Sonnenmitte und des Sonnenrandes liegen im gleichen Sinne: die Linien der schwersten Elemente, die nur in den untersten Schichten entstehen können, werden im Randspektrum durch den langen Weg durch die Sonnenatmosphäre geschwächt oder ausgelöscht. Die vielfachen Aufnahmen des Chromosphärenspektrums bei Sonnenfinsternissen (Flashspektrum) kommen ebenfalls als Beitrag hinzu. Aus allen diesen Quellen zusammen ergibt sich eine eindeutige Zuordnung der Linien zu bestimmten Niveaus, wenn auch deren absolute Höhe in der Sonnenatmosphäre nur ungenau bestimmt werden kann.

Bei der Bestimmung von Radialgeschwindigkeiten hat sich in einigen Fällen, wo hinreichend große Dispersion angewandt werden konnte, gezeigt, daß Linien aus hohen Niveaus eine größere Rot- oder eine kleinere Violettverschiebung zeigen als Linien aus den tieferen Schichten. Das weist darauf hin, und eine entsprechende Anordnung bestätigt es, daß auch auf der Sonne eine von tiefen zu hohen Schichten zunehmende Rotverschiebung vorhanden ist. Die relative Violettverschiebung der tiefen Linien kann durch die Annahme aufsteigender Konvektionsströme erklärt werden, bei den hohen Linien ist eine Erklärung nicht so leicht möglich. Das ist aber im Augenblick nicht von Bedeutung. Wichtig ist die praktische Konsequenz, daß irgendeine beliebige Kombination von Linien nicht den Wert der relativistischen Rotverschiebung ergeben kann. Es folgt vielmehr — ST. JOHN sagt: so gewiß, wie die Nacht dem Tage —, daß, wenn die Linien irgendeines Niveaus der Sonnenatmosphäre den theoretischen Betrag der Rotverschiebung zeigen, die Linien höherer Niveaus eine größere, die Linien niedrigerer Niveaus eine kleinere Rotverschiebung zeigen müssen.

Die Untersuchung ST. JOHNS umfaßt 1537 Linien in der Sonnenmitte und 133 Linien am Sonnenrande, also ein gewaltiges Material. Von den 1537 Linien gehören 586 dem Eisen an, 402 dem Titan, 10 sind Linien ungewöhnlich hohen Ursprungs, und 515 Linien gehören zur Cyanbande. Wir versuchen, in einer Tafel den Hauptteil der Resultate zusammenzustellen. Die Eisenlinien sind nach ihrer Druckempfindlichkeit und anderen Eigenschaften zu getrennten Gruppen zusammengefaßt. Es zeigt sich aber, daß diese Unterschiede keine Rolle neben dem Niveau spielen. Die dritte Spalte enthält die beobachtete Verschiebung, die vierte die Abweichung von dem Betrag, der aus der Theorie für die mittlere Wellenlänge der benutzten Linien folgt. In der letzten Spalte ist die Höhe über der Photosphäre angegeben, die man den Linien der Gruppen zuschreibt.

Die Beobachtung des Sonnenrandes hat neben gewissen Schwierigkeiten den großen Vorteil, daß die Konvektionsströmungen dort nicht in der Visionsrichtung verlaufen, also die Wellenlänge nicht beeinflussen. Randlinien müßten also in jedem Niveau die theoretische Rotverschiebung ergeben. Wie die Tabelle zeigt, ergibt sich im Mittel ein Überschuß von 0.0015 AE., der aber klein genug ist, um als Randbeobachtungseffekt hingenommen zu werden.

Die 515 Cyanlinien ergeben auf der Sonnenscheibe eine mittlere Rotverschiebung von 0.0046 AE. Dieser Wert kann durch eine Reduktion auf den Rand vom Niveaueinfluß befreit werden, da durch frühere Untersuchungen ein konstanter Wellenlängenunterschied von 0.0026 AE. zwischen Mitte und Rand bekannt ist. Die Rotverschiebung am Rande wird damit 0.0072 AE., während der theoretische Wert 0.0081 AE. ist.

Die kleinen Abweichungen, die sich bei den Randwerten zeigen, liegen durchaus im Bereich der Meßfehler und sonstiger unkontrollierbarer Einflüsse. Das Gesamtbild, das sich aus dieser meisterhaft angelegten

[1] Evidence for the gravitational displacement of lines in the solar spectrum predicted by Einstein's theory. Astrophysic. J. 67, 195 (1928).

*Tabelle 2.*

| Element | Zahl der Linien | Verschiebung AE | Theorie-Beob. AE | Niveau km |
|---|---|---|---|---|
| | | *Sonnenmitte.* | | |
| Eisen | 34 | + 0.0110 | + 0.0027 | 840 |
| | 33 | + 0.0082 | 0.0000 | 520 |
| | 42 | + 0.0071 | — 0.0013 | 490 |
| | 76 | + 0.0068 | — 0.0017 | 460 |
| | 95 | + 0.0065 | — 0.0022 | 420 |
| | 73 | + 0.0063 | — 0.0026 | 350 |
| | 42 | + 0.0059 | — 0.0031 | tief |
| Eisen | 23 | + 0.0107 | — 0.0026 | 375 |
| | 19 | + 0.0097 | — 0.0037 | 325 |
| Eisen | 15 | + 0.0113 | + 0.0032 | 1140 |
| | 31 | + 0.0096 | — 0.0007 | 515 |
| | 14 | + 0.0066 | — 0.0032 | 400 |
| Eisen | 21 | + 0.0094 | — 0.0009 | 510 |
| | 68 | + 0.0072 | — 0.0028 | 390 |
| Titan | 12 | + 0.0091 | + 0.0004 | 520 |
| | 32 | + 0.0097 | + 0.0001 | 390 |
| | 58 | + 0.0092 | — 0.0003 | 385 |
| | 46 | + 0.0081 | — 0.0015 | 380 |
| | 66 | + 0.0070 | — 0.0031 | tief |
| | 188 | + 0.0059 | — 0.0044 | sehr tief |
| | | *Sonnenrand* | | |
| Eisen | 17 | + 0.0104 | + 0.0022 | 840 |
| | 27 | + 0.0118 | + 0.0024 | 520 |
| | 48 | + 0.0116 | + 0.0020 | 440 |
| | 41 | + 0.0099 | 0.0000 | 350 |

Untersuchung ergibt, besitzt eine außerordentliche Überzeugungskraft. Die Existenz der allgemeinen Rotverschiebung kann hiernach nicht mehr bestritten werden.

In Fixsternspektren, die man wegen der viel geringeren Helligkeit nicht so weit auseinanderziehen kann wie das Sonnenspektrum, lassen sich Verschiebungen von 0.001 AE. nicht sicher messen. Der Wert der Rotverschiebung ist aber durch die ganze Reihe der Fixsterne hindurch — für Riesen von ganz geringer Dichte wie für die dichten Zwerge — von ähnlicher Größe wie für die Sonne. Einen Ausnahmefall bildet der Begleiter des Sirius, der sich in dem abnormen Zustande eines weißen Zwerges befindet. Die Masse dieses Sterns ist bekannt, weil er mit Sirius ein Doppelsternsystem bildet; sie ist ebenso groß wie die Sonnenmasse. Der Siriusbegleiter ist ein weißer Stern, er hat also eine höhere Oberflächentemperatur als die Sonne. Trotzdem leuchtet er viel schwächer. Das kann durch die Annahme erklärt werden, daß er eine sehr kleine Oberfläche, also auch ein kleines Volumen und dementsprechend eine sehr große Dichte hat. Die Rechnung führt zu der Behauptung, daß die Dichte 50000mal so groß ist wie die des Wassers, daß also ein Liter durchschnittlicher Materie dieses Sterns ebensoviel wiegt wie 50000 l Wasser. Unter solchen Verhältnissen erreicht die relativistische Rotverschiebung erheblich größere Werte als bei normalen Sternen. Bei dem Siriusbegleiter ist eine Verschiebung von etwa 0.3 AE. zu erwarten (äquivalent einer Bewegung von 20 km/sec). Der erste Versuch, diesen Effekt zu finden, ist 1925 auf dem Mount Wilson gemacht worden und ergab eine Verschiebung von 0.29 AE. Die Beobachtungen sind schwierig, weil Sirius durch seine Nähe und so sehr viel größere Helligkeit stört. In diesem Jahre sind mit dem großen Refraktor der Lick-Sternwarte besonders gute Spektrogramme gelungen[1]. Sie ergeben wieder eine Rotverschiebung von 0.29 AE. Das genaue Zusammentreffen mit dem früheren Wert ist zufällig, da die Messungen eine so hohe Genauigkeit gar nicht verbürgen. Beide Ergebnisse sind aber in voller Übereinstimmung mit dem theoretischen Wert der relativistischen Rotverschiebung und erweisen so auch die Richtigkeit der Annahme der großen Dichte.

Mir scheint, daß mit diesen Arbeiten ein gewisser Abschluß erreicht ist. Der Nachweis der Lichtablenkung wie der Rotverschiebung liegt vor. Man wird sich damit aber noch nicht zufrieden geben. Die Rotverschiebung auf der Sonne wird sicher noch klarer herausgeschält werden, und das Wetter wird hoffentlich den nächsten Sonnenfinsternissen günstig sein, damit im Nachweis der Lichtablenkung die letzten methodischen Bedenken weggeräumt werden können. Kr.

[1] Recent spectrographic observations of the companion of Sirius. Publications of the Astronomical Society of the Pacific **40**, 229 (1928).

## Zuschriften.

**Der Herausgeber bittet, die *Zuschriften* auf einen Umfang von *höchstens* einer Druckspalte zu beschränken, bei längeren Mitteilungen muß der Verfasser mit Ablehnung oder mit Veröffentlichung nach längerer Zeit rechnen.**

**Für die Zuschriften hält sich der Herausgeber nicht für verantwortlich.**

### Die Krystallstruktur des Rheniums.

Herr Regierungsrat Dr. W. Noddack und Frau Dr. I. Noddack übersandten mir vor kurzem ein Präparat des Elementes Rhenium zur Bestimmung der Krystallstruktur. Das Präparat, bestehend aus 10,9 mg schwarzen Metallpulvers, enthält, nach brieflicher Mitteilung der Entdecker, noch 0,3% Molybdän.

Die Untersuchung nach dem Debye-Scherrer-Verfahren ergab, daß Rhenium *hexagonal dichtestgepackte Struktur* besitzt. Eine ausführliche Wiedergabe meiner Messungen wird in der Z. physik. Chem. veröffentlicht werden. Die Gitterkonstanten des Rheniums sind

$$a = 2{,}752 \pm 0{,}001\ \text{Å},\quad c = 4{,}448 \pm 0{,}002\ \text{Å},\quad a:c = 1{,}616$$

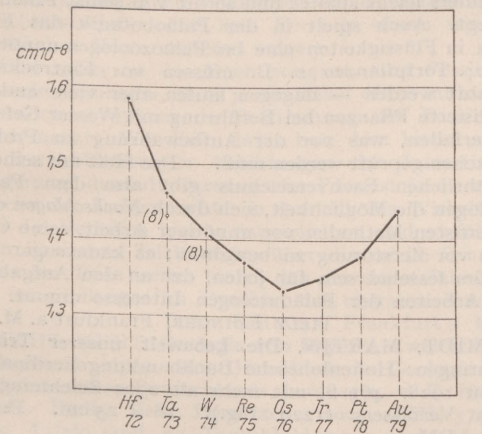
In bezug auf Krystallstruktur zeigt die untersuchte Krystallart des Rheniums somit Ähnlichkeit mit Osmium, während das unmittelbar vorhergehende Element, Wolfram, kubisch köperzentriert krystallisiert.

Der Atomradius des Rheniums, berechnet aus dem mittleren Abstande der Atomzentren im Krystalle, liegt zwischen den Atomradien des Wolframs und des Osmiums, er beträgt [in Zwölferkoordination] 1,371 Å. In der beigefügten Figur sind die Radien der Elemente Hafnium (72) bis Gold (79) zusammengestellt, sämtliche bezogen auf den Zustand der Zwölferkoordination. Man sieht, daß Rhenium sich dem Verlaufe der Atomradien dieser Elementengruppe sehr gut einfügt.

Aus dem von I. und W. Noddack bestimmten Atomgewichte des Rheniums[1], $188{,}71 \pm 0{,}25$ und den oben mitgeteilten Gitterkonstanten kann die Dichte des Rheniums ermittelt werden. Es ergibt sich für das Präparat mit 0,3 Gew.-% Molybdän (durchschnittliches Atomgewicht des Mischkrystalles 188,16) die Dichte 21,33, unter der Voraussetzung, daß 1 Atom Sauerstoff $16 \times 1{,}65 \times 10^{-24}$ g wiegt.

[1] Z. Elektrochem. **34**, 631 (1928).

Bringt man für den kleinen Molybdängehalt eine Korrektur an (wesentlich für das durchschnittliche Atomgewicht, die Gitterkonstanten bleiben fast ungeändert), so erhält man als Dichte des reinen Rheniums 21,40 ± 0,06, also eine Zahl, die zwischen den Dichten des Wolframs und des Osmiums liegt. Diese Dichte ist in Übereinstimmung mit dem Werte etwa 20, den I. und W. NODDACK durch Mikrowägung und Mikromessung kleiner Kugeln geschmolzenen Rheniums gefunden haben.




Die Atom-Radien der Elemente Hafnium bis Gold.

Ich möchte mir gestatten, den verehrten Kollegen I. und W. NODDACK auch an dieser Stelle meinen herzlichen Dank für die Übersendung des so wertvollen und interessanten Präparates auszusprechen. Meinem Assistenten, Herrn cand. E. BROCH, danke ich für die Herstellung der Röntgenaufnahmen.

Oslo, Mineralogisches Institut der Universität, den 7. Januar 1929. V. M. GOLDSCHMIDT.

## Die Funkenspannung der Luft bei kleinem Raumquerschnitt.

Da die Funkenspannung sowohl bei kleinen Elektrodenabständen wie bei kurzer Dauer der Beanspruchung anwächst, so war es zu vermuten, daß auch der Querschnitt des zur Verfügung stehenden Raumes in ähnlichem Sinne wirkt. Versuche an dünnen Luftkanälen, welche in einem festen Isolator eingebettet waren, ergaben tatsächlich einen positiven Effekt. Die untersuchten Elektrodenabstände waren 0,1 bis 1 mm; die Erhöhung der Festigkeit gegenüber dem Luftwert betrug etwa 20%. Das Verhältnis Querschnittsdurchmesser zu Kanallänge muß mindestens etwa 1 : 10 betragen.

*Gegen* eine Verzögerungserscheinung sprechen folgende Befunde: 1. Die Durchschlagswerte sind gut reproduzierbar; 2. Bestrahlung mit Ultraviolettstrahlen hat keinen Einfluß; 3. schnell nacheinander erzeugte Funkenübergänge lagen alle erhöht, obwohl Ionen vom vorangegangenen Durchschlag jeweils zugegen waren. Dagegen handelt es sich höchstwahrscheinlich um eine Energieabsorption seitens der Wände an schräg fliegenden Elektronen. Die solchermaßen veränderten Grenzbedingungen erschweren das Zustandekommen des Lawinenstromes.

Die ausführliche Arbeit erscheint im „Archiv für Elektrotechnik".

Berlin, Forschungsabteilung des Kabelwerkes der Siemens-Schuckert A.-G., den 22. Januar 1929.
A. GYEMANT.

# Besprechungen.

**Verhandlungen des V. internationalen Kongresses für Vererbungswissenschaft Berlin 1927.** Herausgegeben von HANS NACHTSHEIM. 2 Bände (Ztschr. f. indukt. Abstammungs-u. Vererbungsl., Supplementband I, II.) Leipzig: Gebr. Borntraeger 1928. 1646 S., 474 Abb., 14 Taf. u. 1 Titelbild. 18 × 26 cm. Preis RM 100.—.

Ein eigentliches Referat dieses voluminösen „Querschnittes" kommt hier natürlich nicht in Frage. Es sei daher nur hervorgehoben, daß der Bericht über den Verlauf des Kongresses allen Anforderungen entspricht, die man an ihn stellen kann und überdies mit zahlreichen Photographien geschmückt ist; ferner, daß nicht nur die meisten „Vorträge der allgemeinen Sitzungen" (= Referate) vortreffliche Übersichten über größere Gebiete darstellen, sondern daß manche von ihnen außerdem auch neue wichtige Tatsachen mitteilen. Und von den Spezialabhandlungen sei nur vermeldet, daß ihre Zahl gleich 134 ist, daß sie so ziemlich alle Sonderdisziplinen der Genetik behandeln und viel Neues bringen. Ferner wäre noch ein Memorandum zu erwähnen, in dem der Herausgeber auf einige Übelstände und Schwierigkeiten der „Struktur" und Organisation des Kongresses hinweist und Vorschläge zu deren Behebung macht; die Veranstalter künftiger Kongresse werden wohl wünschen, daß es etwas länger ausgefallen wäre. Hervorzuheben ist endlich die mustergültige Ausstattung des Werkes.

Und trotzdem wird wohl so manchen, der diese Kongreßverhandlungen zu Gesicht bekommt, ein gelindes Grauen überkommen (und gehörte er auch zu den Glücklichen, die als Kongreßteilnehmer diese stattlichen Bände zu einem weniger als mäßigen Preise erstanden haben). Nicht nur wenn er das Volumen des Berichtes an sich betrachtet, sondern erst recht, wenn er es mit dem des Berichtes des letzten Kongresses (Paris 1911) vergleicht und aus diesem Vergleich Mutmaßungen über den voraussichtlichen Umfang der nächsten Berichte ableitet: anno 1911 waren es 571 Seiten, anno 1928 sind es 1646 Seiten, wieviel werden es anno 1932 sein! Kurz und gut, der Kongreßbericht führt uns eine der Kalamitäten, in die unser wissenschaftliches Schrifttum immer mehr hineingerät, die ungeheure Zunahme der Spezialabhandlungen, besonders kraß vor Augen; deshalb, weil Kongreßleitung und Herausgeber nach allem Herkommen gehalten sind, Vorträge und Arbeiten anzunehmen und drucken zu lassen, deren Existenzberechtigung oft mehr als zweifelhaft ist. Es wäre nur zu begrüßen, wenn diese demonstratio ad oculus den Bestrebungen zur Behebung oder Minderung der publikatorischen Überproduktion einen neuen Impuls erteilte.

Die andere der obenerwähnten beiden Literaturnöte, die Zersplitterung der Spezialliteratur durch kleine und kleinste Zeitschriften und durch gesonderte Veröffentlichung, läßt sich an dem Kongreßbericht nicht exemplifizieren; er ist als Supplementband einer führenden Zeitschrift erschienen, so daß von einem „Vergrabensein" der in ihm enthaltenen Arbeiten keine Rede sein kann. Ein Beispiel, welches allgemein nachgeahmt werden sollte. KARL BĚLAŘ, Berlin-Dahlem.

MAURER, FRIEDRICH, **Der Mensch und seine Ahnen.** Das Werden des Menschen im Lichte der Naturforschung. Berlin: Ullstein 1928. 539 S. und 338 Abbildungen. Preis geh. RM 15.—, geb. RM 18.—.

Ein neues Buch über die Menschwerdung! Experimentelle Biologie und Vererbungsforschung sind heute große Mode. Was HUXLEY, GEGENBAUR und HAECKEL an vergleichend anatomischen Tatsachen zur Beurteilung der Stellung des Menschen in der Tierreihe im Sinne der Abstammungslehre zusammengetragen haben, hat in den Augen der jüngeren Generation vielfach nur noch beschränkten Wert, weil die reine Morphologie nicht mehr viel gilt und das Problem der treibenden Entwicklungskräfte ungelöst läßt. Der Jenenser Anatom FRIEDRICH MAURER, selbst noch einer der wenigen, die aus der altbewährten vergleichend anatomischen Schule hervorgegangen sind, gibt in dem Buche eine anschauliche Rekapitulation all der Belege und Gedankengänge, wie sie aus ähnlichen älteren und veralteten Darstellungen HAECKELS und LECHES bekannt geworden sind. Gerade wegen der Uninteressiertheit weiter Kreise an der rein morphologischen Seite der Abstammungsfrage ist es zu begrüßen, daß hier ein Fachmann und nicht einer der vielen allzusehr popularisierenden Kompilatoren das stammesgeschichtliche Inventar in allgemein verständlicher Form und mit reichlichen und zum Teil sehr guten Abbildungen einem größeren Leserkreise bietet. Theoretisches kommt bei dem Charakter des Buches als Tatsachensammlung nur nebenbei zur Erörterung.

F. WEIDENREICH, Frankfurt a. M.

SEITZ, O., und W. GOTHAN, **Paläontologisches Praktikum.** Eine Anleitung für Sammler. Berlin: Julius Springer 1928. IV, 173 S. und 48 Abb. 16 × 24 cm. Preis geh. RM 9.60, geb. RM 10.80.

Heft VIII der verdienstvollen Sammlung „Biologische Studienbücher" ist den Paläozoologen und Paläobotanikern gewidmet und will auch den Fossilien sammelnden Laien zu tatkräftiger Mitarbeit an der Ausfüllung paläontologischer Lücken anregen. Für ihn insbesondere ist ein einleitendes Kapitel: *Aufgaben der Paläontologie* geschrieben, das insofern mehr gibt als seine Überschrift verspricht, als es auf dem Weg der geschichtlichen Wandlung dieser Aufgaben durch die Entstehungsgeschichte der Schlagworte so manchen Begriff klärt. Mit den Vorgängen der *Fossilisation* soll der Sammler im nächsten Kapitel vertraut werden, denn er muß eine Vorstellung davon haben, wie ein Tierkörper nach dem Tod, vor und während der Einbettung verändert und umgelagert werden kann und auch nach der Einbettung noch erheblichen mechanischen und chemischen Kräften ausgesetzt ist. So erst bekommen die *Arbeiten im Gelände* ihr sinnvolles Prinzip, es wird die Beobachtung der Fundumstände notwendig, das streng zonenweise Sammeln, das sofortige Etikettieren. Der Praxis des sachgemäßen Verpackens folgt eingehende Angabe der unzähligen Präparationsmethoden bei den *Arbeiten im Laboratorium:* die richtigen Hammer und Meißel, Schneide- und Schleifmaschinen, eine chemische Apparatur zum Härten lockerer Gesteine usw. sind abgebildet. Zum Abbilden, Abgießen, Ordnen der Fossilien sind ebenfalls bestimmte Methoden als die praktischsten ausprobiert. Schließlich zeigt auch ein Abschnitt über *Die wissenschaftliche Untersuchung*, daß es selbst bei dieser Geistesarbeit nicht ohne Praxis und Hilfsmittel geht; man braucht Meßzirkel und Anlegegoniometer; kariertes Papier ist nötig für Variationsstatistik wie für das Pollendiagramm eines Moors, aus dem dann mit einem Blick die Häufigkeit der verschiedenen Baumarten in den einzelnen Stadien der Moorbildung abgelesen werden kann; unter der Quarzlampe im ultravioletten Licht erscheinen einige Fossilien viel deutlicher als bei Untersuchung im Tageslicht. — Was über *Pflanzliche Fossilien* besonders gesagt wird, deckt sich wohl in manchem mit dem bei fossilen Tieren zu beobachtenden. Und doch ist es gut, zu wissen, daß der Hammerschlag auf den umhüllenden Stein einen Knochen gerade entzweizusprengen pflegt, daß aber an Pflanzen entlang Gestein besonders leicht spaltet und so oft von selbst Pflanzen freilegt. Auch spielt in der Paläobotanik das Einlegen in Flüssigkeiten eine bei Paläozoologen unnötige Rolle; Torfpflanzen z. B. müssen vor Eintrocknen bewahrt werden — dagegen laufen aber viele anders fossilisierte Pflanzen bei Berührung mit Wasser Gefahr zu zerfallen, was vor der Aufbewahrung an Probestückchen geprüft werden muß. — Das Heft mit seinem ausführlichen Sachverzeichnis gibt also dem Paläontologen die Möglichkeit, sich durch *Nachschlagen* der modernsten Methoden vor unnötiger Arbeit, seine Objekte vor Zerstörung zu bewahren; es kann sogar als *Lektüre* fesselnd sein für jeden, der an den Aufgaben und Arbeiten der Paläontologen Interesse nimmt.

TILLY EDINGER, Frankfurt a. M.

SCHMIDT, MARTIN, **Die Lebewelt unserer Trias.** Öhringen: Hohenlohesche Buchhandlung Ferdinand Rau 1928. 461 S. mit mehr als 2300 Zeichnungen des Verfassers (1220 Fig.). 18 × 25 cm. Preis geb. RM 13.—.

Ein Ceratit, wie er als dekorative Vignette den Einband dieses Buches ziert, gehört nach dem Ausspruch eines großen Geologen in das deutsche Wappen. Er ist Leitfossil weithin verfolgbarer Muschelkalkschichten, und die Trias Buntsandstein, Muschelkalk und Keuper ist ja nur in *Deutschland* (und benachbarten Gebieten) ausgebildet. Während der Flachmeer- und Festlandsablagerung „unserer" Trias, der germanischen, entstanden in den außerdeutschen Gebieten die Meeresablagerungen der „alpinen Trias".

SCHMIDTS „Überblick über die Entwicklung der germanischen Triasformation" (S. 8—40) zeigt auch am Eindringen von Meerestieren die mehrmals zu beobachtende Verbindung der beiden Gebiete, indem er Horizont für Horizont vor uns entstehen läßt: die bis über 1000 m mächtigen kontinentalen Schichten des *Buntsandsteins* — das in dem dann absinkenden germanischen Becken vordringende *Muschelkalk*-Binnenmeer mit seinen erst dunklen und gelegentlich fossilreichen, dann hellen, Gips und Anhydrit führenden, fossilarmen Schichten, schließlich den von Muscheln und anderen Versteinerungen nur so wimmelnden reinen Kalken — und die wechselnden *Keuper*-Bildungen mit ihren brackischen Binnenseen, Kohlesümpfen, Dünen in Tonen, Mergeln, Schiefern, Dolomiten, Sandsteinen. Es werden die vielerlei, zum Teil volkstümlichen Namen der stratigraphischen Unterabteilungen genannt und begründet (aber was heißt eigentlich „Keuper"? Ref.), in Profiltabellen nebeneinander gestellt; es werden auch die wichtigsten Vertreter der Tier- und Pflanzenwelt in der Reihenfolge ihres Auftretens eingeführt.

Der Hauptteil des Buches (S. 47—437) bringt in der Reihenfolge des botanischen und zoologischen Systems *eine möglichst erschöpfende Darstellung aller Fossilien der germanischen Trias.* Zwei bis drei Sätze charakterisieren allgemein die Gruppe, die Gattung, gelegentlich auch ihre Wichtigkeit oder Seltenheit in unserer Trias. Den unzähligen Strichzeichnungen guter Vertreter der Arten ist die Schicht ihres Vorkommens,

bei seltener Form auch Fundort, immer Autor und Jahreszahl der Beschreibung angemerkt. Ein reiches Schriftenverzeichnis regt zu weiterem Forschen an; zum Bestimmen seiner Funde aber werden dem Sammler sicher die klaren Abbildungen ausreichen, die, wo immer möglich, in natürlicher Größe gegeben sind. Ein erklärendes Verzeichnis der Fachausdrücke hilft sowieso schon weiter. Das kleine Kapitel „Einiges vom Fossilsammeln und verwandten Dingen" sorgt auch durch Anleitung zum schichtweisen Sammeln und Bezeichnen, sogar zur maßstäblichen Aufnahme aller Aufschlüsse dafür, daß kein Fund je seinen wissenschaftlichen Wert verlieren möge.

Und sicher ist das Buch geeignet, zum Fossiliensammeln anzuregen, da es ja die bisher oft so mühsame und doch so spannende Bestimmung der Funde so leicht macht. Wer Sinn dafür hat, dem bietet auch das Durchblättern der Abbildungen eine dramatische Steigerung; denn die germanische Trias ist ja die erste Epoche der Erdgeschichte, in der sich die Wirbeltiere über die Reptilien hinaus entwickelten, und so führen denn Schmidts Zeichnungen über die reiche Saurierfauna der Trias weiter bis zu den einzelnen Zähnchen der ersten Säuger im Bonebed des obersten Keuper.

Tilly Edinger, Frankfurt a. M.

LEUCHS, KURT, **Geologie von Bayern.** Zweiter Teil: Bayrische Alpen. Aus: Handbuch der Geologie und Bodenschätze Deutschlands, herausgeg. v. E. Krenkel. Berlin: Gebr. Borntraeger 1927. VIII, 374 S., 20 Tafeln und 67 Textabbildungen. 17×26 cm. Preis RM 27.—.

Als zweiter Teil der „Geologie von Bayern", die im Krenkelschen Handbuch der Geologie und Bodenschätze Deutschlands erscheint, liegen die bayrischen Alpen aus der Feder von K. Leuchs vor, eines der besten Kenner dieses Gebietes. — Die bayrischen Alpen sind von den angrenzenden österreichischen nicht zu trennen; so hätte eine Beschränkung auf den reichsdeutschen Gebirgsanteil zu großen Schwierigkeiten und Unvollkommenheiten in der Darstellung geführt. Der Verf. hat es aber verstanden, alle wichtigen Erscheinungen des Nachbargebietes in den Kreis der Betrachtungen zu ziehen, ohne den Umfang des Buches dadurch zu sehr anschwellen zu lassen, und hat so die Gefahren glücklich vermieden, die in der politischen Umgrenzung des Gebietes liegen.

Seit dem Erscheinen der letzten zusammenfassenden Darstellung der bayrischen Alpen, dem ersten Band von Gümbels „Geognostischer Beschreibung des Königreichs Bayern" (1861) ist eine Fülle von Forschungsarbeit geleistet worden. Leuchs bemüht sich, in seiner Darstellung die Ansichten der einzelnen Forscher möglichst objektiv darzustellen; sein Buch unterscheidet sich dadurch wesentlich von manchen anderen zusammenfassenden Darstellungen alpiner Gebiete. Der Verzicht auf eine großzügige Synthese gestattet ihm, den gegenwärtigen Stand der Erkenntnis klar herauszuarbeiten und „auf die bestehenden Lücken hinzuweisen und die Probleme hervorzuheben, welche noch der Lösung harren". Für den Fernerstehenden, der sich in das Gebiet erst einarbeiten will, ist diese feine Zurückhaltung des Verfassers von großem Wert, und sicherlich wird das Buch gerade dadurch auf die weitere Forschung anregend und befruchtend wirken.

Trotzdem mangelt dem Buch keineswegs der einheitliche Aufbau und Grundgedanke. Er wird geboten durch die Erkenntnis, daß sedimentpetrographische Untersuchungen auch für die Deutung der Tektonik unentbehrlich sind. „Solange keine Klarheit besteht über die Lage der Sedimentationsbezirke und der sie beeinflussenden Landgebiete, über Art und Weise der Sedimentation und der Übergänge zwischen verschiedenen Sedimentationsgebieten, über Unterbrechung der Ablagerung, neu einsetzende oder stark gesteigerte Sedimentbildung durch exogene oder endogene Veränderungen, solange werden auch die Vorstellungen über die Entstehung und vielfache Umgestaltung des alpinen Bauwerkes keine vollständig befriedigende Erklärung des Gebirgsbaues geben können." So spürt der Verf. im stratigraphischen Teil den Entstehungsbedingungen der Sedimente: der Bildung und Veränderung der Triasriffe, der Bedeutung der Hallstädter Facies usw., dem Einfluß der Festländer und der allmählich anschwellenden Gebirgsbildung nach, um dann im zweiten Abschnitt den Bau der einzelnen Gebirgsgruppen darzustellen, und mit einer zusammenfassenden Entstehungsgeschichte des Gebietes zu schließen. Wenn dabei die Diluvialzeit nur kurz behandelt wird, so ist das in der heute herrschenden Unklarheit in diesen Fragen begründet. Sedimentpetrographische Erwägungen sind es auch, die dem Verf. in seiner Stellungnahme zu den Ansichten der extremen Deckentheorie eine gewisse Ablehnung eingeben; nach seiner Ansicht sind die Sedimente, aus denen die nördlichen Kalkalpen aufgebaut sind, schon im Norden der Zentralalpen abgelagert worden, und nicht (wie einige extreme Anhänger der Deckentheorie meinen), erst nachträglich durch weitreichende Verschiebungen dorthin gelangt.

Das Buch ist wie die bisherigen Bände des „Handbuches" trefflich mit Landschaftsbildern und Profilen ausgestattet. Leider sind Kartenskizzen nur spärlich beigegeben, und wenn Ref. einen Wunsch aussprechen darf, so ist es der, daß spätere Bände des Handbuches vielleicht in dieser Hinsicht reichlicher bedacht werden mögen.

Hans Becker, Leipzig.

HESEMANN, J., **Die devonischen Eisenerze des Mittelharzes.** (Abhdlg. zur prakt. Geologie und Bergwirtschaftslehre, herausgegeben von G. Berg, Bd. 10.) Halle a. S.: W. Knapp 1927. 56 S., 25 Abbild. und 2 Taf. 16×24 cm. Preis RM 3.50.

Die Eisenerze des Mittelharzes gehören, wie diejenigen des Lahn-Dillgebietes, einem Erzhorizont an der Grenze vom Mittel- zum Oberdevon an, der submarin ist und im Zusammenhang mit Diabas- und Keratophyreruptionen bzw. einem gabbroiden Stammmagina steht. Der Haupthorizont ist der Stringocephalenkalk; die Tuffe selbst sind frei von Erz; in den Ergüssen findet es sich nur örtlich im Keratophyr mit typischer Verdrängungsstruktur. Der Autor weist folgende Genese nach: Aufstieg des Magmas am Rand des Schelfgebietes und Auffüllung des Devonmeeres durch Deckenergüsse und Tuffe zu einem flachen Meer. Periodisches Ausstoßen der Eisenverbindungen als leichtflüchtige Bestandteile in großen Mengen, zunächst als Eisenchlorür, dann als Eisenchlorid. Niederschlag der Eisenverbindungen als schlammiges Aggregat von Eisenoxyd und Magnetitkörnchen auf dem Meeresgrund und Bildung von sedimentärem Erz, dabei Durchtränkung des liegenden Keratophyrs zu abbauwürdigem Umfange und Bildung von mikroskopischem metasomatischem Erz im Stringocephalenkalk. Weiterhin folgen Eisensäuerlinge und Bildung von Toneisensteinen und Eisenooliten im Oberdevon. Postvulkanische Mineralnachschübe bilden Gangformationen. Diese zeitliche, physikalische und chemische Analyse der mittelharzer Eisenerzbildung ist ein wie immer ergebnisreiches Beispiel *moderner* mineralogischer Untersuchung.

J. L. Wilser, Freiburg i. B.

JANCOULESCO, AUREL P., **Les richesses minières de la Nouvelle Roumanie.** Paris: J. Gamber 1928. 384 S. 16×25 cm. Preis 60 Franken.

Wenn man von den Bodenschätzen Rumäniens spricht, so meint man damit vor allem das Erdöl, dem gut $^1/_3$ des Buches gewidmet ist. Doch erkennt man beim Lesen des Buches, daß, besonders in den neuerworbenen Teilen des Landes, immerhin recht beachtenswerte Mengen an anderen Bodenschätzen vorhanden sind, unter denen zu nennen wären: Braunkohle, Naturgase, Gold und Silber (Transylvanien), etwas Mangan, Chrom, Eisen und recht große Mengen an Salz.

Das Buch ist vor allem vom volkswirtschaftlichen Standpunkt geschrieben und bietet dem Naturwissenschaftler (Geologen, Mineralogen usw.) nicht viel. Es ist aber insofern von Wert, als es zu Beginn in gedrängter Übersicht die wichtigsten Daten über die Geographie, Ethnographie, Wirtschaft und Geschichte des Landes, allerdings oft vom spezifisch rumänischen Stand punkt aus, zusammenstellt.

Die ausführliche Behandlung des Petroleums gliedert sich in folgende Abschnitte: Geschichte der Entdeckung, Geologie (sehr kurz), regionale Verteilung, Kapital, die Erdöl-Unternehmen, Verarbeitung, Verbrauch, Zerstörung während des Krieges (politisch nicht uninteressant!), staatliche Petroleumpolitik. Nach dem gleichen Schema, aber wesentlich kürzer, werden dann die übrigen Bodenschätze besprochen. Besondere Kapitel behandeln die Mineralquellen und den Steinbruchbetrieb.

Den Abschluß bilden allgemeine Erwägungen über die Lage des rumänischen Bergbaues und die Wege zu seiner weiteren Entfaltung. Das Schriftenverzeichnis berücksichtigt auch vor allem die wirtschaftliche Literatur.

Für Geographen und Wirtschafter, auch für praktische Geologen, welche sich schnell in die wichtigsten Probleme der rumänischen Bergbauwirtschaft einarbeiten wollen, kann das Buch von Nutzen sein. Für ein tieferes Eindringen in die Probleme des Landes dürfte es kaum genügen. S. von Bubnoff, Breslau.

SIEBERG, AUGUST, **Geologische Einführung in die Geophysik.** Jena: Gustav Fischer 1927. X, 374 S., 260 Abbild. und 1 Karte. 17×26 cm. Preis geh. RM 17.—, geb. RM 19.—.

Bei dem sich in den letzten Jahren immer stärker geltend machenden Ineinandergreifen von Problemen der Geophysik und der Geologie ist es im Interesse beider methodisch ja sehr deutlich unterschiedener Disziplinen nur sehr erwünscht, wenn dem Studierenden der einen Wissenschaft die Möglichkeit geboten wird, sich auch auf dem in der Zielsetzung vielfach so eng verwandten Nachbargebiet eingehender unterrichten zu können. Diesem Bedürfnis kommt in umfassenderer Weise von seiten der Geophysik das vorliegende Buch entgegen, indem sich sein Verfasser die Aufgabe gesetzt hat, einführend die geophysikalischen Betrachtungsarten, Untersuchungsmethoden und Ergebnisse vorwiegend nach ihrer geologischen Seite hin darzustellen. Dem Referenten erscheint es dabei im ganzen genommen als ein Vorzug, daß sich der Verfasser allein dieser nicht leichten Arbeit unterzogen hat und dabei auch den Umfang nicht über Gebühr anschwellen ließ, wozu die Fülle des Stoffes leicht hätte Veranlassung geben können. So ist bei aller Reichhaltigkeit ein doch gut überschaubares Ganzes entstanden, was vom Standpunkt einer Einführung aus nur von Vorteil sein kann. Es muß dabei freilich in Kauf genommen werden, daß vieles nur angedeutet werden konnte, zumal nach der ganzen Absicht des Buches auch das rein Formelmäßige möglichst in den Hintergrund zu treten hatte. So haben denn naturgemäß, dem Titel entsprechend, die mehr geologisch eingestellten Abschnitte eine ausgiebigere Behandlung erfahren als solche Abschnitte, für die ein Zusammenhang mit der Geologie weniger vorhanden ist.

Den eigentlichen endogen-dynamischen Fragen (d. i. Schwerkraft und Isostasie, magmatische und tektonische Vorgänge und Erdbeben) ist bei klarer Darstellung etwa die Hälfte des Buches gewidmet, während auf den anderen Seiten Betrachtungen über die Erde im ganzen als Himmelskörper und nach ihrer inneren Konstitution neben einem Ausblick ins Weltall sowie eine Erörterung der erdmagnetischen und verwandten Erscheinungen Platz gefunden haben. Auch hier aber wird immer in Gemäßheit mit dem leitenden Gedanken der Zusammenhang mit der Geologie besonders herausgestellt, wobei dann im übrigen freilich die Darstellung oft doch einen gar zu kursorischen Charakter angenommen hat, so daß sie in Ansehung der Kompliziertheit der wirklichen Verhältnisse wohl nicht in allen befriedigen wird. Dem Referenten will es scheinen, als ob hier ein vielleicht später einmal ausführbares Ausscheiden der mit der geologischen Seite der Geophysik gar nicht oder nur lose in Berührung stehenden Kapitel das übrige durch Raumgewinnung und die Möglichkeit gleichmäßig eingehender und sachgemäßer Behandlung nur heben könnte. Zum Schluß mag noch besonders hervorgehoben werden, daß die Darstellung durch alle Abschnitte hindurch im Interesse der Verständlichkeit erfolgreich nach Anschaulichkeit strebt. 260 Abbildungen, 75 Tabellen und 1 farbige Kartenbeilage legen davon beredtes Zeugnis ab. E. Tams, Hamburg.

STILLE, H., **Über westmediterrane Gebirgszusammenhänge.** Beiträge zur Geologie der westlichen Mediterrangebiete Nr. 1. Abh. d. Ges. d. Wissensch. z. Göttingen, mathem.-physik. Klasse, neue Folge, XII, 3, 1927. Berlin: Weidmannsche Buchhandlung. 62 S. 16×25 cm. Preis RM 5.—.

Über den Zusammenhang der uns nur in Bruchstücken erhaltenen westmediterranen Gebirge (Provence, Pyrenäen, iberische Ketten, betische Kordillere, Balearen) sind seit E. Suess eine Reihe von Theorien aufgestellt worden, die sich zum Teil diametral widersprechen. Mit Recht weist Stille in seiner anregenden Arbeit darauf hin, daß man zunächst genau definieren muß, was man unter einem Gebirgszusammenhang versteht, ehe man an die Lösung des Problems herangehen kann. Nicht die äußere morphologische Einheit, nicht die genau gleiche Entstehungszeit, ja nicht einmal die Entstehung aus demselben Sedimentationsraum (Geosynklinale) ist nach Verf. entscheidend, sondern die Beziehung zu einem gleichgearteten Vorland und die Zugehörigkeit zu einer der drei großen Faltungsären der Erde (nicht zu ihren Unterabteilungen, den Faltungsphasen). Ein einheitlicher Faltungsstamm hat eine eindeutige Bewegung auf sein Vorland hin. Im großen kann man so 2 Stämme der tertiären Gebirgsbildung unterscheiden: den nördlichen, auf das alte Vorland: Paläoeuropa-Nordasien-Kanada gerichtet, und den südlichen, auf das Vorland Afrika-Indien-Australien geschoben. Die beiden Stämme können weit auseinandertreten, wie in Asien, oder eng zusammenrücken, wie in den Alpen, wodurch das früher viel verwendete, aber falsch gedeutete Bild der Rückfaltung entsteht. Zu demselben Stamm dürfen dann ferner nur Gebiete von gleichem Faltungs-

typus gerechnet werden, wobei STILLE von den beiden, früher von ihm definierten Begriffen alpinotyp und germanotyp (saxonisch = mitteldeutsche Bruchfaltung) ausgeht. Im Sinne dieser Definition deutet nun STILLE die Pyrenäen als echtes alpinotypes Gebirge, welches zweiseitig gebaut ist und beiderseits (Südfrankreich und Ebrobecken) analog gebaute Vorländer besitzt. Die Fortsetzung der Nordpyrenäen ist in den provenzalischen Ketten Südfrankreichs, die der Südpyrenäen in den Balearen und der betischen Kordillere zu sehen. Struktur und Schichtenfolge sind allerdings im Vergleich zu dem Hauptstrang der Alpen-Karpathen verkümmert. Die enge Schleife, als welche die Pyrenäen auf diese Weise erscheinen, hat wahrscheinlich ihren Grund in einer abweichenden Vorgeschichte dieses Landstriches, der von der älteren, carbonischen Faltung kaum betroffen und daher „faltungsfähig“ war.

Die Beweisführung gründet sich zum Teil auf eine Analyse der Faltungszeit in den Pyrenäen und Balearen, noch mehr aber auf eine sehr interessante, und zum Teil ganz neue Analyse des südlichen (spanischen) Vorlandes der Pyrenäen, der sog. Keltiberischen und Iberischen Gebirge. Es wird der Nachweis geführt, daß hier nicht, wie zum Teil angenommen wird, eine alpine Faltung, d. h. eine Fortsetzung der Pyrenäen vorliegt, sondern eine echte „germanotype“ Vorlandstruktur, durchaus den mitteldeutschen Strukturbildern vergleichbar und demnach wohl von einer ganz analogen Stellung und Beziehung zu dem alpinen System. Wesentlich ist das Vorherrschen der auch in Deutschland so weit verbreiteten „herzynischen“ Linien (NW—SO), die dem alpinen Gebirge fehlen und ein Charakteristicum schon früher verfestigter Schollen sind; wesentlich sind auch Unterschiede in den Faltungsphasen.

Wie Verf. selbst bemerkt, ist noch eine Fülle von Spezialarbeit notwendig, um die Tragfähigkeit aller Schlüsse zu beweisen; gerade das spanische Gebirge bietet noch manche ungeklärte Rätsel. Um sie zu lösen, ist aber eine Festlegung der Problemstellung, wie sie die vorliegende Arbeit erstrebt, durchaus notwendig, da die bisherigen Arbeiten in ihren theoretischen Deduktionen oft recht verschwommen und vieldeutig erscheinen. S. v. BUBNOFF, Breslau.

SCHMIDT, C. W., **Wörterbuch der Geologie, Mineralogie und Paläontologie.** Berlin und Leipzig: Walter de Gruyter u. Co. 1928. VI, 290 S. und 296 Abbildungen. 13 × 20 cm. Preis RM 12.—.

Das vorliegende Wörterbuch gibt eine sachliche und etymologische Erklärung der wichtigeren Ausdrücke aus der mineralogisch-geologischen Literatur. In weitem Ausmaß wurden die Begriffe der Allgemeinen und Historischen Geologie aufgenommen, ferner die wichtigeren Leitfossilien und die systematischen Begriffe der Paläontologie. Aus der Mineralogie wurden alle häufigeren Mineralien und Gesteine sowie die hauptsächlichen Begriffe aus der Krystallographie berücksichtigt. Zahlreiche Abbildungen veranschaulichen den auf die knappste Form gedrängten Text; ihre Herkunft ist aus einem Quellenverzeichnis am Ende des Buches zu entnehmen.

1. Bei den *Mineralien* sind erwähnt: chemische Zusammensetzung, Krystallformen, physikalische Merkmale natürliches Vorkommen, technische Verwendung. Da bei jedem Mineral seine Mineralklasse angegeben worden ist, kann man unschwer das einzelne Mineral in den Zusammenhang des Systems bringen.

2. Bei den *Fossilien* sind angegeben: eine knappe Beschreibung, Lebensdauer der Gattung im Laufe der Erdgeschichte und die übergeordnete systematische Einheit. Wie der Leser vom Einzelmineral (z. B. Quarz) zur Mineralklasse (Silikate) geführt wird, so ist ihm auch der Weg von der Gattung (Terebratula), zur Familie (Terebratulidae), von dieser zur Ordnung (Aucylopegmata), von dieser zur Klasse (Brachiopoda) und von dieser schließlich zum Stamm (Molluscoidea) gewiesen. Andererseits ist bei den höheren systematischen Begriffen stets auf die nachgeordneten verwiesen, z. B. bei der Klasse Brachiopoda auf deren vier Ordnungen (Astaneropegmata, Ancylopegmata, Ancistropegmata, Heliocopegmata. Auf diese Weise kann der Benutzer des Wörterbuches die einzelnen Fossilien miteinander in Beziehung setzen.

3. Auch bei den Begriffen aus der *Allgemeinen und Speziellen Geologie* wurde durch Hinweis auf über- bzw. untergeordnete Begriffe versucht, die Stichwörter in Zusammenhang miteinander zu bringen. Von der einzelnen Schicht (z. B. Myophorien-Schichten) finden wir zum Wellenkalk, von diesem zum Muschelkalk, von diesem zur Trias, von dieser zum Mesocoicum und umgekehrt.

Möglichste Vollständigkeit wurde beim Aufzählen der gebräuchlichen Synonyma erstrebt, die als Stichwort etymologisch gedeutet werden, während die sachliche Erklärung bei der gebräuchlichsten Form erfolgt. Die etymologische Ableitung — nicht immer eindeutig — dürfte vor allem den Nichthumanisten willkommen sein; um für weitere Kreise verständlich zu bleiben, wurden auch die griechischen Wörter mit lateinischen Buchstaben umschrieben und sämtliche fremdsprachlichen Wörter mit Betonungszeichen versehen. Vorwort.

---

## Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin.

In der Fachsitzung vom 19. November 1928 berichtete Dr. C. RATHJENS, Hamburg, über seine **Reise nach Südwest-Arabien (Jemen)**, die er mit Dr. HERMANN VON WISSMANN und Fräulein FRIEDA APITZ im Jahre 1927 ausgeführt hatte.

Ein Versuch, von der Hafenstadt Djiddah in das Innere von Hedschas vorzudringen, scheiterte an dem Verbot des Königs Ibn Saud, der zur Zeit keinem Europäer das Reisen in seinem Herrschaftsgebiet gestattet, welches das ganze nördliche Arabien mit rund 4 Millionen Einwohnern umfaßt. Der Vortragende begab sich daher nach dem Südzipfel Arabiens, wo der Imam Jahia ibn Mohammed über Jemen herrscht, welches heute mit seinen Dependanzen 6—8 Millionen Einwohner zählt. In der Hafenstadt Hodeidah erhielt Dr. RATHJENS die Einladung des Imam, ihn in seiner Hauptstadt Sanaa zu besuchen. Der Weg dorthin führt zunächst durch eine 60—70 km breite niedrige Küstenebene, die Tihâma (das heiße Land), stellenweise mit Dünen, besonders nach der Küste zu, bedeckt, die jedoch nicht aus Sand, sondern aus äolischen Ablagerungen (Löß) aufgebaut ist. 40 km von der Küste entfernt kommen wallförmige Geröllmassen vor, die sich als Strandwälle erweisen und einer früheren kurzen Meeresbedeckung, der Tihâma, entstammen. Auf eine solche deutet auch das Vorkommen der Schalen von Mollusken hin, welche jedoch heute nicht mehr im Roten Meer, wohl aber im malaiischen Archipel leben. Bis 30 km landwärts ist die Tihâma unbewirtschaftet; dann beginnen die Bewässerungskulturen der Eingeborenen, die Mais, Hirse und Getreide bauen. Während die Bevölkerung der Küste durch den Sklaven-

handel stark vernegert ist, zeigt diejenige der Tihâma einen indonesischen Einschlag, der sich auch in Kleidung und sonstiger materieller Kultur bemerkbar macht. Die Frauen tragen eigenartige Strohhüte, von hoher kegelförmiger Gestalt. Die vorherrschende Hausform ist die Giebeldachhütte. Das Hochland grenzt mit steiler, 2500 m hoher Mauer im Osten an die Tihâma, der einzelne Massive und inselbergartige Staffelhorste vorgelagert sind. Große Geröllmassen sind von den, aus dem Gebirge herauskommenden Wadis abgelagert worden, deren Täler immer enger werden und schließlich Schluchten von Cañoncharakter bilden, deren Boden mit großen Blöcken bedeckt ist. Den ersten Teil des Hochlandes, das in spitztürmiger Mauer bis ca. 3000 m emporragt, bildet der Staffelhorst von Manácha, welcher im Osten bis 1600 m Meereshöhe zu dem Graben von Mafhak niederbricht. Ein weiterer Staffelhorst, der bis 3600 m im Djebel Nebbi Scheib aufragt, trennt diesen Graben vom bis zu 17 km breiten Graben, in welchem Sanaa gelegen ist. Das Gebiet weiter östlich ist nahezu unbekannt, fällt aber nach Osten zu ab bis Marib, das nur noch 1700 m hoch liegt.

Der Rand des Hochlandes zeigt stark zerrissene, pittoreske Gebirgsformen, auf deren höchsten Gipfeln die Städte liegen. Die Abhänge sind überall durch sorgfältig angelegte Terrassenbauten kultiviert, auf denen der Kaffee angebaut wird, der als Mokka Weltberühmtheit besitzt.

Die geologischen Untersuchungen zeigten, daß ein altes Grundgebirge von Granit, Gneisen und Schiefern die Basis bildet, welchem jurassische (?) Kalke, Tone mit eingelagertem Gips und Alabaster und darüber Sandsteine von 500 m Mächtigkeit auflagern. Die oberste Schicht bildet eine gewaltige Trappdecke, der im Graben von Sanaa junge Vulkane aufgesetzt sind, bei denen sich vermutlich 3, sicher 2 Ausbruchsperioden unterscheiden lassen, zwischen deren letzten beiden eine vielfach vorkommende äolische Lößablagerung eingeschaltet ist, die stellenweise große Mächtigkeit erreicht.

Die Oberschicht der Hochlandsaraber zeigt anthropologisch überwiegend semitischen, die Unterschicht dagegen oft hamitischen Einschlag. Je weiter man nach Osten kommt, um so auffälliger wird der hamitische Typus, während nach Norden der semitische Typus zunimmt. Abweichend von ihrer Lebensweise in Afrika führen die Beduinen hier nicht ein Nomadenleben, sondern sie sind seßhafte Bauern. Die Juden bilden in Jemen eine Kolonie von 50000 Köpfen. Die Frauen sind nur in den Städten verschleiert, auf dem Lande bewegen sie sich frei, ebenso wie die Frauen der Juden.

Sehr verschiedenartig sind die Bauten der Jemeniten in den einzelnen Landesteilen. An der Küste kommen noch die nordarabischen Häuser mit Balkonen in Holzkonstruktion mit reichem Schnitzwerk vor, während auf dem Hochlande vielfach als Verzierungen wunderschöne, eigenartige Ormanemte aus schneeweißem Gips, die sich von den roten Bausteinen wirkungsvoll abheben, bevorzugt werden. Die Häuser sind meist kastenförmig, zuweilen nach oben verjüngt, tragen einen weiteren Aufbau in Form eines kleinen Kastens auf dem Dach und sind manchmal sehr hoch. Mitunter findet man richtige Wolkenkratzer bis zu 12 Stockwerken, welche nicht nur einen festungsartigen Eindruck machen, sondern auch wirklich zu Schutzzwecken dienten, da früher die Bewohner benachbarter Häuser, in denen je eine Sippe wohnt, öfter Krieg miteinander führten. Die Siedelungen sind meist von Mauern mit Ecktürmen umgeben. Auch Rundtürme mit einem Kastenbau auf dem Dach kommen vor.

Die Hauptstadt Sanaa liegt 2360 m hoch auf einer zum Teil 17 km breiten, von äolischen Ablagerungen bedeckten, fruchtbaren Ebene. Sie bildet eine Doppelstadt, nämlich die enge Araberstadt und die Gartenstadt, in welcher jedes Haus von einem Garten mit Springbrunnen umgeben ist. Im Westen der Gartenstadt liegt das Ghetto der Juden. Sanaa ist eine der schönsten Städte des Orients und hat 50000—60000 Einwohner. Merkwürdig berühren den Europäer die offenen Abortrinnen, welche sich längs der ganzen Fassade hoher prächtiger Häuser von oben bis zum Straßenniveau hinabziehen. Nur die große Trockenheit der Luft und der Heißhunger der herumwildernden Hunde lassen diese Einrichtung erträglich erscheinen. An Felswänden findet man, besonders in den Sandsteingebieten, Höhlenwohnungen aus der Sabäerzeit, die aber jetzt nicht mehr benutzt werden.

In dem trockenen Klima spielt das Wasser natürlich eine wichtige Rolle. Fließendes Wasser wird vielfach zur Bewässerung der Kaffeeplantagen von Manácha ausgenutzt. Gewaltige Zisternen von 30—40 m Durchmesser, die meist noch aus der Sabäerzeit stammen, speichern die Niederschläge der Regenzeit auf.

Die Abhänge sind mit Terrassen bedeckt, welche in unerhört kunstvoller Weise angelegt und mit Mauern bis zu 6 m Höhe umgeben sind. Das Grundwasser findet sich namentlich in den äolischen Lößablagerungen, die es wie ein Schwamm aufsaugen und festhalten. Aus Schachtbrunnen, an welchen Kamele, Ochsen oder Esel die Schöpfsäcke emporziehen, wird es heraufbefördert und in Gräben über das Kulturland verteilt.

Auf den Wunsch des Imam unternahm die Expedition etwa 35 km nördlich der Hauptstadt, bei Huka, die Ausgrabung eines sabäischen Ruinenfeldes. Es gelang, die Grundmauern eines Tempels der Sonnengöttin freizulegen, der einen Säulenhof mit Nebengebäuden und eine 14×4 m große Zisterne enthielt. Der Tempel dürfte etwa um 100 vor Christi Geburt durch einen Lavaerguß zerstört worden sein.

Leider konnte der Vortragende die 400 km weiter östlich gelegene Landschaft Djof nicht besuchen, in welcher noch heute Rhinozeros und Giraffe vorkommen sollen.

Das Land Jemen wurde mit Recht im Altertum Arabia felix genannt, denn es erfreut sich eines fruchtbaren Bodens, eines guten Klimas und großer landschaftlicher Schönheit. Es ist heute noch völlig unberührt von westlicher Kultur geblieben und hat sich seine Unabhängigkeit vom europäischen Wirtschaftsleben bewahrt.

O. Baschin.

Herausgeber und verantwortlicher Schriftleiter: Dr.-Ing. e. h. DR. ARNOLD BERLINER, Berlin W 9.
Verlag von Julius Springer in Berlin W 9. — Druck der Spamerschen Buchdruckerei in Leipzig.